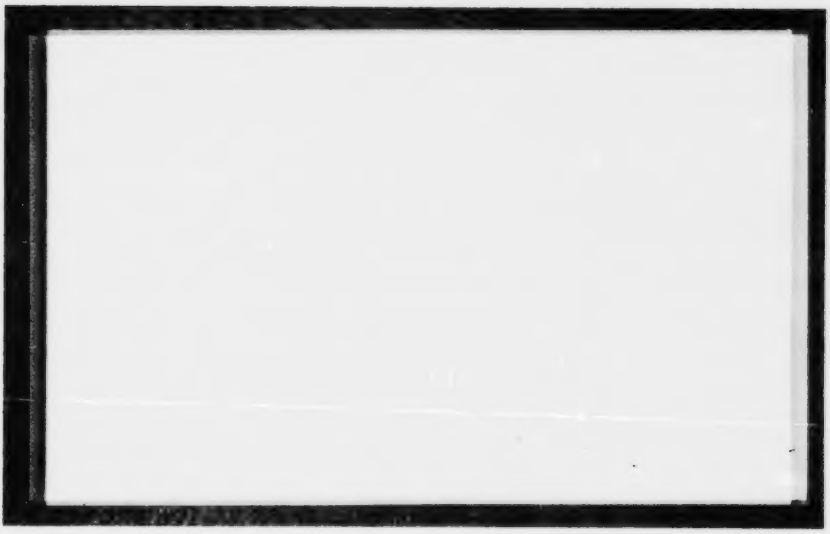
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL



CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

MANUEL D'UTILISATION DU SYSTÈME ALTO

par

Jean-Yves Potvin
et
Jean-François Bergeron

Cette étude a été publiée grâce à une subvention du fonds F.C.A.R. pour l'aide et le soutien à la recherche.

Université de Montréal

Département d'Informatique et de
Recherche opérationnelle - Publication #626

Centre de recherche sur les transports - Publication #536

Septembre 1987

Dépôt légal - 3e trimestre 1987

Résumé. Le présent travail constitue un manuel à l'intention de l'utilisateur du système ALTO. Ce système a été conçu afin de faciliter le développement et l'intégration d'algorithmes de génération de tournées pour des véhicules de transport. Il a été implanté sur la machine Lisp Xerox 1108 grâce à laquelle nous avons pu produire un système interactif d'une grande souplesse. Le manuel présente tous les menus disponibles et les effets de chacune des sélections offertes à l'usager.

Mots Clés. Manuel de l'usager, Système informatique, Machine Lisp, Tournées.

Abstract. We present here a user's guide for the computer system ALTO which is designed to facilitate the development and experimentation of routing algorithms for transportation vehicles. ALTO is implemented on the 1108 Xerox Lisp Machine from which it took much of its power and flexibility. The manual presents all the menus available in the current implementation and the effects of each command.

Key Words. User's Guide, Computer System, Lisp Machine, Routing.

TABLE DES MATIERES

SECTION 1.	INTRODUCTION	1
SECTION 2.	L'HEURISTIQUE GENERALE	6
SECTION 3.	COMMENT FAIRE DEMARRER LE PROGRAMME	10
SECTION 4.	PRESENTATION DES MENUS	13
	1- MENU RESEAU	14
	2- MENU ORIGINE	46
	3- MENU ARRET	51
	4- MENU NOEUD	54
	5- MENU ARC	56
	6- MENU EDITION	58
SECTION 5.	QUELQUES CONSIDERATIONS FORT UTILES	60
ANNEXE 1.	MODELES DES OPERATEURS DE BASE	62
ANNEXE 2.	FACILITES PREDEFINIES	66
BIBLIOGRAPHIE		73

MANUEL D'UTILISATION DU SYSTEME ALTO

Avertissement. Le présent manuel a été conçu afin de permettre une meilleure compréhension des diverses facilités offertes par le système ALTO Il ne traite toutefois que très superficiellement des principes théoriques et pratiques à la base de l'heuristique générale, qui représente véritablement le coeur du système. En conséquence, l'utilisateur est prié de se référer à [2, 3] afin de s'assurer d'une compréhension adéquate de son fonctionnement.

SECTION 1. INTRODUCTION

Le système ALTO, qui présente de nombreuses facilités graphiques et interactives, a été conçu afin de favoriser et accélérer le développement et l'expérimentation d'algorithmes de génération de tournées pour des véhicules de transport [1]. Dans sa version actuelle, le système est en mesure de résoudre des problèmes de cueillette présentant les caractéristiques suivantes:

a) la présence d'une origine (dépôt) unique.

b) la présence d'une flotte de véhicules homogène ou non homogène regroupée au sein de l'origine et destinée à desservir l'ensemble des arrêts (clients, points de demande).

c) la présence d'une demande déterministe à chacun des arrêts. Cette demande doit être recueillie en totalité par le véhicule desservant l'arrêt.

d) la génération de routes bouclées.

e) la présence de l'une ou l'autre des contraintes suivantes:

   i) contraintes de capacité des véhicules

   ii) contraintes d'autonomie des véhicules en terme de distance maximale ou temps de parcours maximal autorisé

   iii) fenêtres de temps au niveau des arrêts

f) la minimisation des coûts d'opération: à cet effet, un certain nombre de critères de qualité peuvent être introduits afin d'évaluer et modifier les solutions obtenues. Ces critères sont:

   i) la longueur des routes

   ii) les temps de passage au niveau des arrêts

   iii) l'utilisation des véhicules en termes de saturation de la capacité, de la distance maximale ou du temps de parcours maximal autorisé.

La procédure de résolution du système ALTO repose principalement sur une heuristique générale, soit un ensemble de modèles que le concepteur d'algorithmes instancie avec ses propres formules afin d'orienter la procédure de résolution vers les solutions désirées. L'heuristique générale apporte ainsi au système une souplesse qui est grandement appréciée lors de la résolution de problèmes complexes pour lesquels il n'existe pas d'algorithmes vraiment satisfaisants. Elle fournit en outre un cadre unificateur pour de nombreux algorithmes classiques décrits dans la littérature, algorithmes qui peuvent dès lors être reproduits à l'aide des formules d'instanciation appropriées [2].

ALTO a été implanté sur la machine Lisp Xerox 1108 à l'aide du langage orienté objet LOOPS [4]. Cette machine, par le biais de son environnement appelé INTERLISP-D [5], offre de nombreux avantages à l'utilisateur du système, parmis lesquels nous retrouvons:

a) la présence de nombreuses facilités pour la représentation graphique et l'édition interactive de la structure du réseau.

b) la présence de fenêtres pour l'affichage du réseau, l'interaction avec l'usager et l'inspection des objets symboliques (origine, arrêts, véhicules, routes).

c) le recours aux menus pour la sélection des facilités offertes par le système.

d) la présence d'une "souris" permettant de sélectionner certains objets particuliers (en pointant directement sur ceux-ci)

Cet environnement sophistiqué a permis de produire un système intégrant diverses facilités pour la construction et la représentation graphique de réseaux de transport, la définition interactive de problèmes de génération de tournées et la résolution des problèmes ainsi définis. Plus précisément, nous retrouvons:

a) la construction et la représentation graphique de réseaux

Le logiciel GRAPHER [6] a été utilisé afin de réaliser l'implantation des principales fonctions graphiques offertes par le système. Ce logiciel assure l'affichage du réseau à l'intérieur d'une fenêtre et l'édition interactive de ce réseau (en particulier, l'ajout et le retrait de noeuds et d'arcs).

La figure 1 illustre l'écran de la machine Lisp une fois que le système ALTO a été activé. On y retrouve quatre fenêtres distinctes: la "PromptWindow" (petite fenêtre noire) pour la quête d'informations auprès de l'usager, une fenêtre située immédiatement au dessous de la PromptWindow pour la présentation des modèles offerts par l'heuristique générale et l'affichage des résultats, une fenêtre pour l'affichage du réseau et enfin la fenêtre "TTY" permettant d'interagir directement avec l'interprète Lisp (à la figure 1, cette fenêtre est masquée par la fenêtre d'inspection pour le noeud 1).

b) la définition interactive de problèmes

L'utilisateur dispose de toutes les facilités lui permettant de générer interactivement le problème qu'il désire. En l'occurrence, les différents menus offrent les possibilités suivantes: la relocalisation de l'origine, la gestion de la flotte de véhicules (ajout, retrait), la gestion de l'ensemble des arrêts (ajout, retrait, relocalisation) et la modification des caractéristiques des objets impliqués dans la définition du problème telles la demande aux arrêts, la capacité des véhicules, etc.

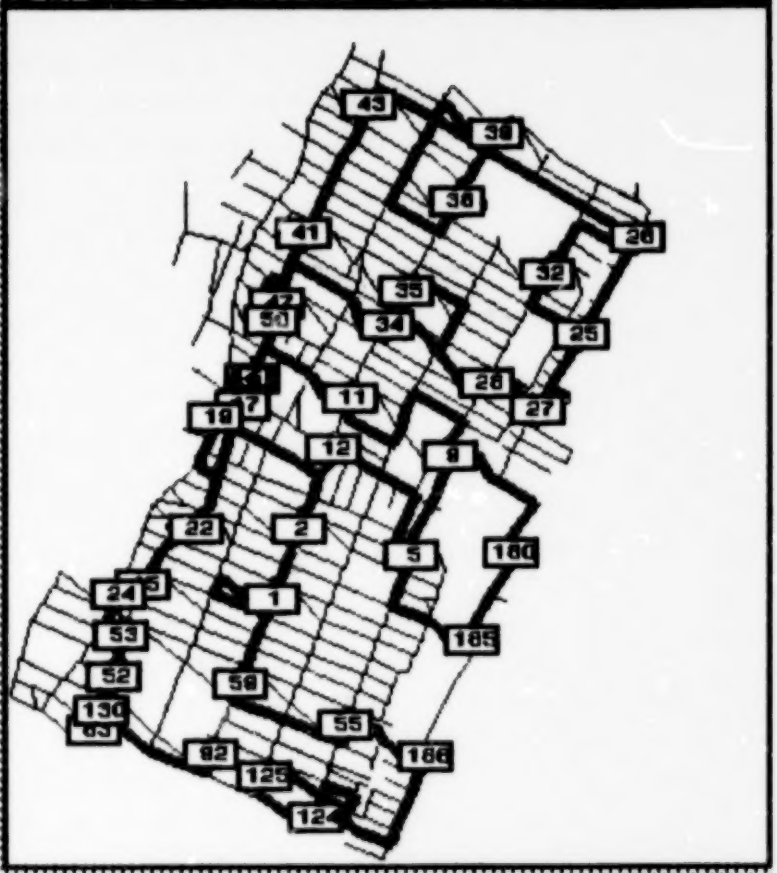
c) la résolution des problèmes

Un certain nombre de procédures assurant la génération de tournées sont présentes au sein du système. On y retrouve pour l'instant un algorithme de Dijkstra pour la recherche des chemins plus courts entre les arrêts, un algorithme exact de commis-voyageur utilisant une approche de type "branch-and-bound" et l'heuristique générale. L'utilisateur est ainsi en mesure d'activer ces différents algorithmes et d'en observer les résultats.

Prompt Window -- Lisp: 25-

```
HEURIS    V3

TEMPS
                              : 92
DISTANCE
                           : 12954

ORDRE DE VISITE DES NOEUDS
     (51 17 19 22 15 24 53 52
 130 83 92 125 124 186 55 59
1 2 51)

CHEMINEMENT EXACT
     ((51 17 292 291 19 269
292 17) (17 37 269 292 291 60
 289 266 268 421 19) (19 291
60 289 288 285 22) (22 284
283 282 281 15) (15 256 24) (
24 255 254 53) (53 275 52 419
 418 272 52) (52 419 418 272
130) (130 83) (83 293 311 92)
 (92 125) (125 352 353 375
374 352 125 351 124) (124 372
 405 406 407 408 409 410 186)
 (186 383 382 55) (55 357 338
 316 59) (59 319 320 321 323
1) (1 300 299 323 1 324 325
326 2) (2 328 329 331 330 310
 309 308 291 292 17 51))


TEMPS    TOTAL  : 256
DISTANCE TOTALE : 32604

ARRETS LIBRES   : (185)
```

FENETRE DU RESEAU BOURASSA



NOEUD 1

NUMERO	1
IDENTIFICATEUR	N15101310
COORDONNEES	(1190 1195)
ACCES	((1 300) (1 323))
ORIGINE	51
VEHICULE	V3

Fig. 1 Affichage d'un réseau avec fenêtre d'inspection pour le noeud 1

Le système ALTO a été conçu de façon à ce que l'usager puisse très facilement utiliser l'une ou l'autre de ces facilités (voir figure 2). Ainsi, une séquence "normale" d'événements consiste à se créer tout d'abord un réseau de transport, puis à se définir un problème de génération de tournées et enfin à résoudre ce problème à l'aide des facilités algorithmiques qui sont offertes. Il demeure toutefois que l'usager peut en tout temps revenir en arrière et rééditer le réseau ou redéfinir le problème avant de le résoudre à nouveau. De plus, puisque l'heuristique générale correspond à un ensemble de modèles que l'utilisateur instancie à l'aide de ses propres formules, un même problème peut être résolu à l'aide de plusieurs stratégies différentes. ALTO est donc un outil d'expérimentation très flexible et un large part de cette flexibilité tient à l'environnement INTERLISP-D offert par la machine Xerox.

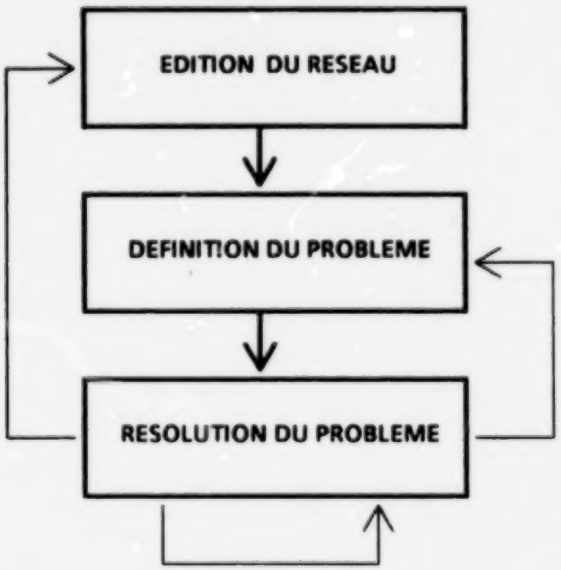


Fig. 2 Intégration des facilités offertes par ALTO

SECTION 2. L'HEURISTIQUE GENERALE

L'heuristique générale est constituée d'un ensemble de modèles que l'utilisateur peut instancier à l'aide de ses propres formules. La figure 3 présente de façon schématique les éléments de base du modèle proposé ainsi que les relations qu'ils établissent entre eux:

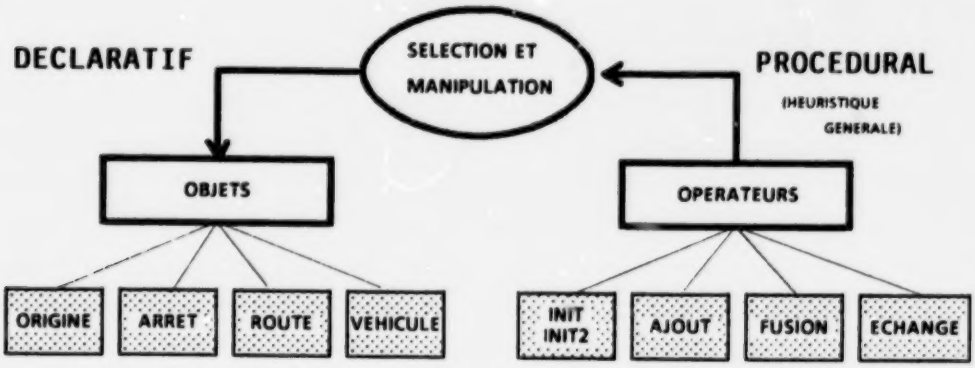


Fig. 3 L'heuristique générale

De façon plus précise, nous retrouvons:

a) un ensemble d'objets

Les objets, auxquels sont associés des attributs, s'identifient à l'aspect déclaratif du modèle. Mentionnons :

i) l'origine et ses attributs :
   -coordonnées
   -nombre de véhicules disponibles

ii) les arrêts et leurs attributs :
   - coordonnées
   - demande
   - fenêtre de temps
   - temps optimal (temps idéal pour l'arrivée du véhicule)
   - durée du service (temps alloué afin de recueillir la demande)

iii) les routes et leurs attributs :
   -longueur
   - temps de parcours
   -demande totale
   -nombre d'arrêts

iv) les véhicules et leurs attributs :

- capacité
- vitesse
- distance maximale
- temps de parcours maximal

b) les opérateurs de base

Cinq opérateurs sont actuellement implantés au sein du système. A chacun de ces opérateurs correspond un modèle qui décrit le fonctionnement général de l'opérateur. Certaines portions de ces modèles sont accessibles à l'usager qui peut y incorporer ses propres formules et ainsi influencer le comportement de l'heuristique générale (voir Annexe 1 pour la présentation de ces modèles). L'utilisateur instancie les modèles à l'aide de fonctions assurant la sélection des objets appropriés. Ces formules sont écrites en Lisp [6] et utilisent soit les fonctions de base offertes par le langage, soit les facilités prédéfinies au sein du système (voir Annexe 2 pour la description de ces facilités). Notons enfin que l'usager peut sauvegarder toutes ses formules et ses modèles instanciés dans des répertoires spécialisés intégrés au sein du système.

Les opérateurs actuellement disponibles réalisent les fonctions suivantes:

i) INIT : opérateur assurant l'initialisation de nouvelles routes à l'aide de germes choisis au sein de l'ensemble des arrêts "libres" (i.e. non desservis par un véhicule).

ii) INIT2 : opérateur assurant l'initialisation de nouvelles routes à l'aide de germes choisis au sein de l'ensemble des arrêts déjà desservis par un véhicule.

iii) AJOUT : opérateur assurant l'insertion de nouveaux arrêts à l'intérieur des routes.

iv) FUSION : opérateur permettant de fusionner deux routes afin de créer une nouvelle route de dimension plus importante .

v) ECHANGE : opérateur permettant de modifier la séquence des arrêts visités à l'intérieur des routes.

c) un mécanisme de sélection des objets

L'intervention de l'utilisateur se situe prioritairement au niveau de la sélection des objets appropriés. Pour ce faire, l'usager spécifie des formules qui associent une valeur à certains objets impliqués dans la définition du problème. Cette valeur correspond de fait à un coefficient de mesure de l'objet (CMO) et il devient dès lors possible d'ordonnancer les objets et de procéder à une sélection, en retenant par exemple l'objet possédant le CMO maximal ou le CMO minimal.

Il est important de noter que les formules définies par l'usager sont intégrées au sein des modèles décrivant les opérateurs de base précédemment mentionnés. De ce fait, toute modification apportée à ces formules ne peut qu'influencer fortement le comportement des opérateurs et entraîner l'heuristique générale vers de nouvelles avenues de résolution.

Les formules les plus couramment utilisées intègrent souvent des fonctions réelles appartenant à l'un des types suivants :

i) $f : E_n \rightarrow \mathbb{R}$ (p.e. la demande à un noeud)

ii) $f : E_r \rightarrow \mathbb{R}$ (p.e. la longueur d'une route)

iii) $f : E_v \rightarrow \mathbb{R}$ (p.e. la capacité d'un véhicule)

iv) $f : E_n \times E_n \rightarrow \mathbb{R}$ (p.e. la distance entre deux noeuds)

v) $f : E_n \times E_r \rightarrow \mathbb{R}$ (p.e. la distance séparant un noeud d'une route)

où

E_n = ensemble des noeuds (origine et arrêts)

E_r = ensemble des routes

E_v = ensemble des véhicules

Notons enfin que les cinq opérateurs de base sont indépendants les uns des autres. De ce fait, ils ne sont soumis à aucune séquence d'activation prédéfinie. Lors de la résolution d'un problème, l'usager est ainsi en mesure d'appliquer les divers opérateurs dans l'ordre qui lui convient, la seule restriction provenant du fait que le premier opérateur de la séquence se doit d'être l'opérateur INIT (figure 4).

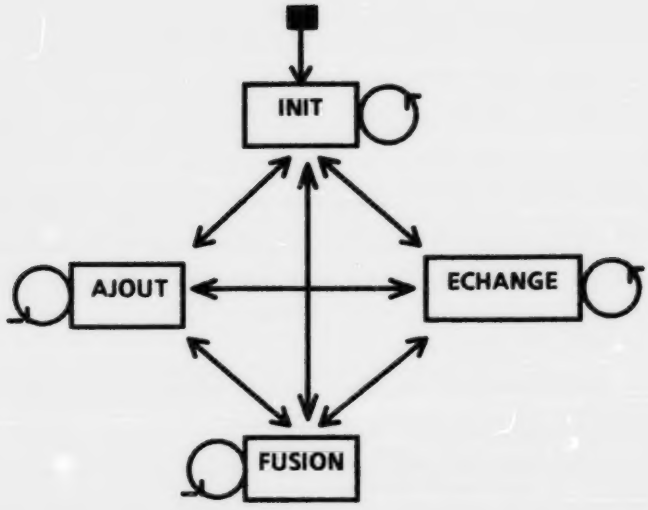


Fig. 4 Séquences d'activation des opérateurs de base

SECTION 3. COMMENT FAIRE DEMARRER LE PROGRAMME

Il faut tout d'abord charger l'environnement de travail. A cet effet, deux opérations sont nécessaires:

1) Chargement de la partition LOOPS (en supposant que la machine est dans un état neutre avec le "bouncing box")

   a) Appuyer sur le bouton gauche de la souris afin d'entrer dans le "Lisp System Tools"

   b) définir **File**: [FS1:]<MEMOIRES>KOTOLOOPS.SYSOUT

   c) Appuyer sur le bouton gauche de la souris au niveau de la commande **Sysin&Boot**

   d) Appuyer à nouveau sur le bouton gauche de la souris

2) Chargement du programme

   Après un certain temps d'attente, l'écran fait apparaître l'environnement LOOPS. Après les formalités d'identification (nom, mot de passe), il faut charger le programme ALTO en tapant la commande suivante dans la fenêtre TTY:

   (LOAD '{FS1:}<POTVIN>ALTO.DCOM)

3) Chargement d'un réseau de transport

   L'usager dispose maintenant d'un environnement de travail "épuré", en ce sens qu'aucun réseau de transport n'y est encore présent. Il faut donc charger dans l'environnement le réseau désiré (on suppose ici que tous les fichiers requis sont déjà présents dans le répertoire de l'usager). Pour ce faire, l'usager doit taper la commande suivante dans la fenêtre TTY:

   (INITIER-RESEAU T)

   Cette commande permet donc de faire démarrer le programme lorsque le réseau que l'on veut traiter n'est pas dans l'environnement de travail mais a toutefois été sauvegardé dans un fichier (cf. section 4, sélection 1.l). Après avoir tapé cette commande, l'usager doit d'abord fournir un identificateur pour le réseau puis, s'il y a lieu, les autres fichiers associés (fichier des arrêts, fichier des distances, fichier des véhicules, fichier des solutions et fichier des opérateurs instanciés) . On doit ensuite mentionner si le réseau est euclidien ou non. Dans

l'exemple qui suit, les interventions de l'usager correspondent aux portions en traits foncés (et doivent toutes être suivies d'un retour de chariot):

(INITIER-RESEAU T)

IDENTIFICATEUR : **TOTO**
FICHIER-RESEAU : **TOTO7.RES**
FICHIER-ARRETS : **TOTO7.ARR**
FICHIER-DISTANCES : **TOTO7.DIS**
FICHIER-VEHICULES : **TOTO7.VEH**
FICHIER-SOLUTIONS : (pas de fichier de solutions)
FICHIER-OPERATEURS : **OP1**
RESEAU EUCLIDIEN (O\N) : **O**

Une autre commande permet soit de faire démarrer le programme lorsque le réseau que l'on veut traiter a déjà été chargé dans l'environnement de travail, soit de créer un nouveau réseau. Après avoir tapé la commande:

(INITIER-RESEAU)

la liste des réseaux présents dans l'environnement apparaît. Il suffit alors d'inscrire le réseau de son choix. Si l'identificateur de réseau n'est pas dans la liste, le système créera alors un nouveau réseau dans l'environnement de travail. Ce nouveau réseau ne contiendra toutefois aucun noeud et devra être construit interactivement par l'usager à l'aide des commandes d'édition (cf. menu #6, à la section 4). Voici un exemple:

(INITIER-RESEAU)
IDENTIFICATEURS DES RESEAUX DANS L'ENVIRONNEMENT :
(TOTO, ESSAI)

IDENTIFICATEUR : **ESSAI**
FICHIER-ARRETS :
FICHIER-DISTANCES :
FICHIER-VEHICULES :
FICHIER-SOLUTIONS :
FICHIER-OPERATEURS :

Dans cet exemple, l'usager choisit de réactiver le réseau ESSAI. Nous avons supposé ici que tous les fichiers associés au fichier du réseau (i.e. fichier des arrêts, fichier des distances, etc.) avaient été préalablement chargés dans l'environnement. C'est pourquoi, l'usager n'a pas à mentionner les identificateurs de ces différents fichiers (un simple retour de chariot suffit). Notons enfin que si l'usager avait indiqué un identificateur autre que ESSAI ou TOTO, le système aurait alors créé un nouveau réseau (initialement vide) dans l'environnement.

SECTION 4 : PRESENTATION DES MENUS

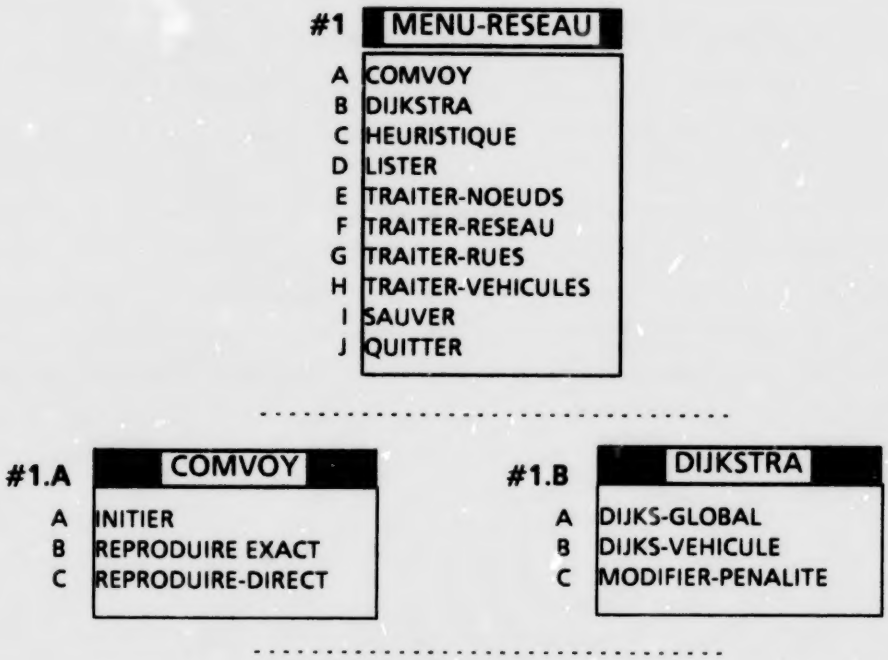
Cette section présente à tour de rôle tous les menus et sous-menus disponibles au sein du système ALTO. Six menus principaux sont présentement accessibles , soit:

1 - MENU RESEAU	pour le traitement du réseau (autre que l'édition)
2 - MENU ORIGINE	pour le traitement de l'origine
3 - MENU ARRET	pour le traitement des arrêts
4 - MENU NOEUD SIMPLE	pour le traitement des noeuds simples
5 - MENU ARC	pour le traitement des arcs
6 - MENU EDITION	pour l'édition du réseau

A chacun des menus principaux est associé un ensemble de sous-menus. Ces sous-menus apparaissent lorsque les sélections appropriées sont faites dans les menus principaux. Comme les sous-menus peuvent également engendrer des "sous-sous-menus", l'on se trouve ici en présence d'une organisation hiérarchique où les sélections les plus spécialisées ne sont accessibles qu'en "bout de ligne" aprés avoir traversé une suite de sous-menus. (N.B. Il faut noter qu'un numéro distinct permet d'identifier chacun des menus principaux. En outre, une lettre est associée à chacune des sélections possibles de telle sorte que le sous-menu #1.A est le menu qui apparaît lorsque l'usager choisit la sélection A au sein du menu #1)

1 - MENU RESEAU

Pour accéder à ce menu, il faut déplacer le curseur au niveau de la bordure supérieure de la fenêtre du réseau et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Ce menu permet de traiter l'ensemble du réseau (affichage, traitement de certains ensembles de noeuds, etc.).



#1.C **HEURISTIQUE**

A	INIT
B	INIT2
C	AJOUT
D	FUSION
E	ECHANGE
F	LISTER-ROUTES
G	MODIFIER-TSUPP
H	REPRODUIRE
I	RETOUR-ARRIERE
J	RETOUR-AU-DEBUT
K	TRAITER-SOLUTIONS

#1.C.A **INIT**

A	DEFINIR
B	INSPECTER
C	GERER-FORMULE
D	GERER-OPERATEUR
E	INITIER-INIT
F	INITIER-INITmanuel

#1.C.B **INIT2**

A	DEFINIR
B	INSPECTER
C	GERER-FORMULE
D	GERER-OPERATEUR
E	INITIER-INIT2

#1.C.C **AJOUT**

A	DEFINIR
B	DEMO
C	INSPECTER
D	GERER-FORMULE
E	GERER-OPERATEUR
F	INITIER-AJOUT

#1.C.D **FUSION**

A	DEFINIR
B	DEMO
C	INSPECTER
D	GERER-FORMULE
E	GERER-OPERATEUR
F	INITIER-FUSION

#1.C.E **ECHANGE**

A	DEFINIR
B	INSPECTER
C	GERER-CRITERE
D	GERER-FORMULE
E	GERER-OPERATEUR
F	INITIER-OPT2
G	INITIER-OPT2*
H	INITIER-OPT3
I	INITIER-SWAP1
J	INITIER-SWAP2
K	INITIER-COMVOY

#1.C.H **REPRODUIRE**

A	EVALUER-EXACT
B	EVALUER-DIRECT
C	REPRODUIRE-EXACT
D	REPRODUIRE-DIRECT

#1.C.K **TRAITER-SOLUTIONS**

A	CREER
B	DETRUIRE
C	REACTIVER

#1.E **TRAITER-NOEUDS**

A	TRAITER-ARRETS
B	TRAITER-ORIGINES
C	TRAITER-SIMPLES
D	TRAITER-TOUS

#1.E.A **TRAITER-ARRETS**

A	DEVENIR-SIMPLES
B	LIBERER-ACCES
C	MODIFIER-AFF
D	MODIFIER-DEF
E	MODIFIER-PROP

#1.E.B **TRAITER-ORIGINES**

A	DEVENIR-ARRETS
B	DEVENIR-SIMPLES
C	LIBERER-ACCES
D	MODIFIER-AFF

#1.E.C **TRAITER-SIMPLES**

A	DEVENIR-ARRETS
B	MODIFIER-AFF

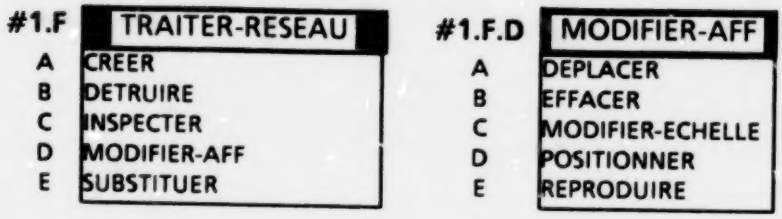
#1.E.D **TRAITER-TOUS**

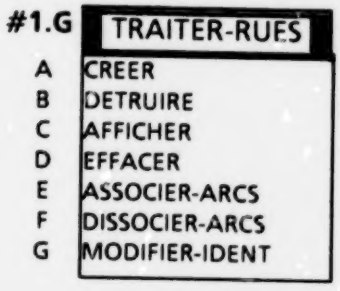
A	DEVENIR-ARRETS
B	DEVENIR--SIMPLES
C	MODIFIER-AFF

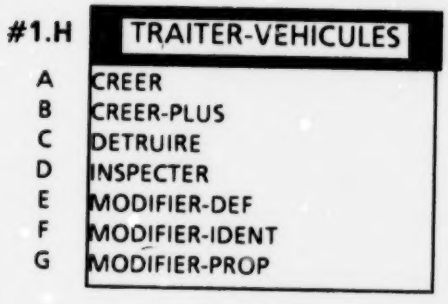
. . . . . .

#1.E.A.C , #1.E.B.D
#1.E.C.B , #1.E.D.C **MODIFIER-AFF**

A	MODIFIER-DIMENSION
B	MODIFIER-ETIQdem
C	MODIFIER-ETIQnum
D	MODIFIER-ETIQpoint
E	MODIFIER-FONTE
F	REDUIRE


#1.F
TRAITER-RESEAU
A CREER
B DETRUIRE
C INSPECTER
D MODIFIER-AFF
E SUBSTITUER
#1.F.D
MODIFIER-AFF
A DEPLACER
B EFFACER
C MODIFIER-ECHELLE
D POSITIONNER
E REPRODUIRE


#1.G
TRAITER-RUES
A CREER
B DETRUIRE
C AFFICHER
D EFFACER
E ASSOCIER-ARCS
F DISSOCIER-ARCS
G MODIFIER-IDENT


#1.H
TRAITER-VEHICULES
A CREER
B CREER-PLUS
C DETRUIRE
D INSPECTER
E MODIFIER-DEF
F MODIFIER-IDENT
G MODIFIER-PROP

1 - MENU RESEAU

1.A COMVOY

Cette sélection donne accès à des facilités permettant de générer des routes à l'aide d'un algorithme exact de commis voyageur. Appelle le sous-menu 1.A .

1.B DIJKSTRA

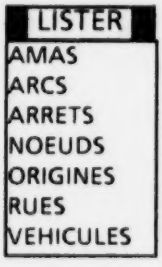
Cette sélection donne accès à des facilités permettant d'appliquer l'algorithme de Dijkstra afin de calculer la longueur des chemins plus courts entre les arrêts. Appelle le sous-menu 1.B .

1.C HEURISTIQUE

Cette sélection donne accès aux diverses facilités offertes par l'heuristique générale. Appelle le sous-menu 1.C.

1.D LISTER

Permet de lister différentes informations touchant au réseau. Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:



Ce menu permet ainsi de lister les amas (i.e. les groupes d'arrêts desservis par chacun des véhicules), ainsi que l'ensemble des arcs, noeuds, arrêts, origines, rues ou véhicules présents au sein du réseau. Aprés avoir choisi l'information désirée, il faut ensuite répondre à la question suivante qui apparaît dans la PromptWindow: "on crée un fichier (o|n)?". Si l'on répond oui (o), il faut alors choisir un suffixe numérique qui sera inclus au sein de l'identificateur pour le nouveau fichier créé. Cet identificateur aura la forme suivante: <identificateur du réseau> <suffixe>. <sélection> (p.e. TOTO7.AMAS si le réseau s'appelle TOTO, si le suffixe numérique est 7 et la sélection retenue est AMAS; A noter que nous obtiendrons l'identificateur TOTO.AMAS si le suffixe choisi est NUL). Toutes les informations voulues seront alors stockées dans le nouveau fichier. Si l'on répond non à la question portant sur la création d'un fichier, les informations apparaîtront alors à l'écran, dans la fenêtre des résultats.

1.E TRAITER-NOEUDS

Permet de traiter les différents types de noeuds que l'on retrouve dans un réseau de transport. Appelle le sous-menu 1.E .

1.F TRAITER-RESEAU

Assure le traitement du réseau. Appelle le sous-menu 1.F .

1.G TRAITER-RUES

Assure le traitement des rues du réseau. Appelle le sous-menu 1.G .

1.H TRAITER-VEHICULES

Assure le traitement de la flotte de véhicules associée au réseau. Appelle le sous-menu 1.H .

1.I SAUVER

Permet de sauvegarder les différents types de fichiers nécessaires lors du chargement d'un réseau dans l'environnement de travail. Après avoir retenu cette sélection, il faut indiquer un suffixe numérique au niveau de la Prompt Window. Ce suffixe sera alors intégré au sein des identificateurs des nouveaux fichiers créés . Par la suite, le menu suivant apparaît:

Ce menu permet de créer les différents types de fichiers disponibles, soit le fichier des opérateurs instanciés (préalablement conservés dans les répertoires de l'environnement de travail; cf. sélections GERER-FORMULE et GERER-OPERATEUR dans les sous-menus 1.C.A à 1.C.E), le fichier des arrêts, le fichier des distances, le fichier "objet" (qui permet de sauvegarder le réseau dans son" intégralité", i.e. tel qu'il est représenté dans l'environnement courant), le fichier du réseau, le fichier des solutions (préalablement conservées dans l'environnement de travail; cf. sélection CREER dans le sous-menu 1.C.K) et le fichier des véhicules. Pour chacune des sélections, une confirmation est demandée dans la PromptWindow. Une fois l'autorisation finale accordée, le fichier désiré est créé dans le répertoire de l'usager. L'identificateur du fichier aura alors la forme suivante: <identificateur du réseau> <suffixe> <sélection> où <sélection> ::= ARR | DIS | OBJ | RES | SOL | VEH (p.e. TOTO32.ARR, TOTO32.VEH, etc). La seule exception tient à la sélection FICHIER-OP qui créera un identificateur de la forme: OP <suffixe> (un fichier

d'opérateurs instanciés n'est lié à aucun réseau particulier, ce qui explique l'absence de l'identificateur du réseau).

1.J QUITTER

Permet d'inactiver le système ALTO et de quitter le programme principal. Une confirmation est alors demandée au sein de la Prompt Window.

SOUS-MENU 1.A COMVOY

1.A.A INITIER

Si des véhicules ont été inclus au sein de l'origine (cf. sélection ASSOCIER dans le sous-menu 2.E) et si des arrêts ont été associés à ces véhicules (cf. sélection ASSOCIER dans le sous-menu 3.C), il devient dès lors possible d'appliquer un algorithme exact de commis-voyageur à l'aide de cette commande. Une fois les calculs complétés, les routes générées pour chacun des véhicules seront affichées à l'écran.

1.A.B REPRODUIRE-EXACT

Permet de reproduire et réafficher le cheminement exact de la dernière solution produite à l'aide de 1.A.A.

1.A.C REPRODUIRE-DIRECT

Permet de reproduire et réafficher le cheminement à vol d'oiseau de la dernière solution produite à l'aide de 1.A.A.

SOUS-MENU 1.B DIJKSTRA

1.B.A DIJKS-GLOBAL

Permet de calculer la longueur des chemins plus courts entre les arrêts du réseau (y inclus l'origine) à l'aide de l'algorithme de Dijkstra.

1.B.B DIJKS-VEHICULE

Permet de calculer la longueur des chemins plus courts entre les arrêts associés à un même véhicule, et ce pour tous les véhicules au sein de l'origine .

1.B.C MODIFIER-PENALITE

Permet d'ajouter une pénalité de virage lors du calcul des chemins plus courts. Le menu suivant apparaît alors afin d'introduire une pénalité pour un virage en U, un virage à droite ou un virage à gauche:

Après avoir choisi le type de pénalité , la valeur désirée doit ensuite être précisée dans la PromptWindow.

SOUS-MENU 1.C HEURISTIQUE

1.C.A INIT

Cette sélection donne accès aux diverses facilités de l'opérateur INIT. Appelle le sous-menu 1.C.A.

1.C.B INIT2

Cette sélection donne accès aux diverses facilités de l'opérateur INIT2. Appelle le sous-menu 1.C.B.

1.C.C AJOUT

Cette sélection donne accès aux diverses facilités de l'opérateur AJOUT. Appelle le sous-menu 1.C.C.

1.C.D FUSION

Cette sélection donne accès aux diverses facilités de l'opérateur FUSION. Appelle le sous-menu 1.C.D.

1.C.E ECHANGE

Cette sélection donne accès aux diverses facilités de l'opérateur ECHANGE. Appelle le sous-menu 1.C.E.

1.C.F LISTER-ROUTES

Permet de lister, à l'écran ou dans un fichier, les routes construites par les cinq opérateurs disponibles (ce "listing" contient des informations diverses telles la longueur des routes générées, les temps de parcours, les temps de passage aux arrêts, etc.). Après avoir retenu cette sélection, il faut répondre à la question suivante qui apparait au niveau de la PromptWindow: "on crée un fichier? (o|n)". Si l'on répond oui, il faut alors choisir un suffixe numérique et l'identificateur du fichier dans lequel seront stockées les informations aura la forme suivante : <identificateur du réseau> <suffixe>.ROUTES . Si l'on répond non, les informations apparaîtront à l'écran, au niveau de la fenêtre des résultats. L'usager doit ensuite répondre à la question : "au plus tard? (o|n)". Si la réponse est affirmative, les routes seront présentées de façon à ce que les véhicules partent le plus tard possible de l'origine (tout en assurant le respect des fenêtres de temps). L'usager doit finalement choisir dans un menu spécial, les véhicules qui l'intéressent.

1.C.G MODIFIER-TSUPP

Permet d'ajouter un temps supplémentaire lors du déplacement d'un véhicule entre deux arrêts.

1.C.H REPRODUIRE

Permet de reproduire et réafficher les routes qui ont été construites à l'aide des cinq opérateurs disponibles. Appelle le sous-menu 1.C.H.

1.C.I RETOUR-ARRIERE

Permet de retourner à l'étape précédente lors du processus de construction des routes. Cette sélection permet donc d'annuler les effets du dernier opérateur activé.

1.C.J RETOUR-AU-DEBUT

Permet de retourner au début du processus de construction des routes et éliminer les routes générées.

1.C.K TRAITER-SOLUTIONS

Permet de conserver les solutions générées par les cinq opérateurs de base dans l'environnement de travail. Appelle le sous-menu 1.C.K.

SOUS-MENU 1.C.A INIT

1.C.A.A DEFINIR

Permet d'instancier le modèle correspondant à l'opérateur INIT (voir Annexe 1). Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:

	INIT
A	SEK
B	NBROUTES
C	FORMULE-S
D	FORMULE-V
E	LAMBDA1
F	LAMBDA2
G	DESCRIPTION

Ce menu permet à l'usager de définir:

A - un sous-ensemble des arrêts libres.

B - le nombre de nouvelles routes désirées.

C - la formule de sélection des seeds qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SEK. Après avoir retenu cette sélection, le système fait apparaître un menu de "formules de défaut". Il s'agit en l'occurrence des formules les plus couramment utilisées pour l'initialisation des routes. Si l'usager désire créer sa propre formule,

il n'a qu'à retenir la sélection AUTRE et taper ensuite la formule désirée dans la fenêtre des résultats.

D - la formule de sélection pour le véhicule devant desservir les seeds.

E - un premier paramètre numérique LAMBDA1 qui peut être utilisé dans les formules présentées ci-haut.

F - un second paramètre numérique LAMBDA2.

G - une courte description, sous forme de liste. Par exemple: (c'est l'opérateur INIT)

1.C.A.B INSPECTER

Permet d'examiner la valeur des différentes formules d'instanciation au niveau de la fenêtre des résultats.

1.C.A.C GERER-FORMULE

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des formules. Le gestionnaire permet ici de conserver les formules dans un répertoire de l'environnement de travail (p.e. si l'usager veut conserver sa propre formule de sélection des seeds). Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:

GESTION	
A	CREER
B	DETRUIRE
C	EDITER
D	INSPECTER
E	REACTIVER

Ce menu assure les fonctions suivantes:

A - la création d'une nouvelle entrée dans le répertoire. Après avoir retenu cette sélection, un menu apparaît afin de permettre à l'usager de préciser le type de formule qu'il veut conserver (p.e. FORMULE-S). Par la suite, un identificateur pour la formule est demandé au niveau de la fenêtre des résultats. Cette formule est alors automatiquement ajoutée au répertoire.

B - la destruction d'une entrée dans le répertoire. Suite à cette sélection, un menu des formules présentes au sein du répertoire apparaît à l'écran. Il suffit alors de sélectionner la formule désirée et celle-ci est automatiquement éliminée.

C - l'édition d'une formule à l'aide des facilités offertes par l'éditeur DEDIT [6]. Après avoir retenu cette sélection, apparaît un menu des formules contenues dans

le répertoire. Il suffit alors de sélectionner la formule désirée et une fenêtre d'édition pour cette formule est aussitôt créée.

D - l'inspection des formules contenues dans le répertoire. Après avoir retenu cette sélection, un menu des formules présentes dans le répertoire apparaît à l'écran. Il suffit alors de sélectionner la formule désirée et celle-ci apparaîtra dans la fenêtre des résultats.

E - la réactivation d'une formule contenue dans le répertoire. La formule sélectionnée sera alors réintroduite au sein du modèle associé à l'opérateur INIT.

1.C.A.D GERER-OPERATEUR

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des opérateurs. Le gestionnaire permet ici de conserver des instanciations complètes de l'opérateur INIT. Après avoir retenu cette sélection, le menu de gestion présenté pour la sélection GERER-FORMULE (1.C.A.C) apparaît à l'écran. Ce menu assure des fonctions similaires à celles qui on été décrites pour les formules individuelles, sauf que c'est ici l'opérateur INIT en son entier qui est traité (N.B. la commande EDITER est inactive pour le gestionnaire des opérateurs car seule une formule individuelle peut être éditée.)

1.C.A.E INITIER-INIT

Permet d'activer l'opérateur INIT. Les routes créées sont alors affichées en traits foncés à l'écran.

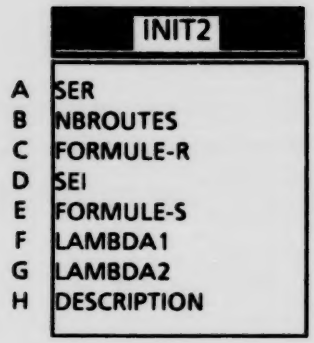
1.C.A.F INITIER-INITmanuel

Permet d'initialiser les routes manuellement. Après avoir retenu cette sélection, l'usager doit associer interactivement des arrêts libres aux véhicules disponibles (cf. sélection ASSOCIER dans le sous-menu 3.C). Par la suite, lorsque cette opération est terminée, il suffit de taper "OK" dans le fenêtre des résultats. Les routes sont alors créées et affichées en traits foncés à l'écran.

SOUS-MENU 1.C.B INIT2

1.C.B.A DEFINIR

Permet d'instancier le modèle correspondant à l'opérateur INIT2 (voir Annexe 1). Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:



Ce menu permet à l'usager de définir:

A - un sous-ensemble des routes existantes.

B - le nombre de nouvelles routes désirées.

C - la formule de sélection pour une route particulière, qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SER.

D - un sous-ensemble des arrêts sur la route précédemment sélectionnée.

E - la formule de sélection des seeds qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SEI.

F - un premier paramètre numérique LAMBDA1 qui peut être utilisé dans les formules présentées ci-haut.

G - un second paramètre numérique LAMBDA2.

H - une courte description, sous forme de liste. Par exemple: (c'est l'opérateur INIT2)

1.C.B.B INSPECTER

Permet d'examiner la valeur des différentes formules d'instanciation au niveau de la fenêtre des résultats.

1.C.B.C GERER-FORMULE

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des formules. Le gestionnaire permet ici de conserver les formules dans un répertoire de l'environnement de travail (p.e. si l'usager veut conserver sa propre formule de sélection des seeds). Pour plus de détails, voir la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A) .

1.C.B.D GERER-OPERATEUR

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des opérateurs. Le gestionnaire permet ici de conserver des instanciations complètes de l'opérateur INIT2. Suite à cette sélection, le menu de gestion présenté pour la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A.) apparaît à l'écran. Ce menu assure des fonctions

similaires à celles qui ont été décrites pour les formules individuelles, sauf que c'est ici l'opérateur INIT2 en son entier qui est traité (N.B. la commande EDITER est inactive pour le gestionnaire des opérateurs car seule une formule individuelle peut être éditée.)

1.C.B.E INITIER-INIT2

Permet d'activer l'opérateur INIT2. Les routes créées sont alors affichées en traits foncés à l'écran.

SOUS-MENU 1.C.C AJOUT

1.C.C.A DEFINIR

Permet d'instancier le modèle correspondant à l'opérateur AJOUT (voir Annexe 1). Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:

	AJOUT
A	SEK
B	FORMULE-R1
C	FORMULE-K
D	FORMULE-R2
E	SEI
F	FORMULE-I
G	SEIalt
H	FORMUIE-Ialt
I	ORDRE-I
J	CRITERE-ARRET
K	MODE
L	LAMBDApond
M	LAMBDA1
N	LAMBDA2
O	DESCRIPTION

Ce menu permet à l'usager de définir:

A - un sous-ensemble des arrêts libres.

B - la formule de sélection pour la route 1.

C - la formule de sélection pour l'arrêt libre, qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SEK. Après avoir retenu cette sélection, un menu de "formules de défaut" apparaît (la sélection AUTRE signifie que l'usager peut inscrire la formule de son choix dans la fenêtre des résultats).

D - la formule de sélection pour la route 2.

E - un sous-ensemble des arrêts sur les routes (s'il y a une formule de sélection pour la route 1 ou la route 2, le sous-ensemble des arrêts sera choisi au sein de la route sélectionnée). Après avoir retenu cette sélection, un menu de "formules de défaut" apparaît à l'écran (la sélection AUTRE signifie que l'usager peut inscrire la formule de son choix dans la fenêtre des résultats).

F - la formule de sélection d'un arrêt sur une route, qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SEI.

G - un sous-ensemble alternatif des arrêts sur les routes (s'il y a une formule de sélection pour la route 1 ou la route 2, le sous-ensemble des arrêts sera choisi au sein de la route sélectionnée).

H - la formule de sélection alternative d'un arrêt sur une route, qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SEIalt. Suite à cette sélection, un menu de "formules de défaut" apparaît à l'écran (la sélection AUTRE signifie que l'usager peut inscrire la formule de son choix dans la fenêtre des résultats).

I - l'ordre d'insertion de l'arrêt libre par rapport à l'arrêt sélectionné au sein de la route (>I = après; <I = avant).

J - un critère d'arrêt.

K - un mode de traitement de l'insertion, si l'arrêt libre ne peut être introduit dans la route sans violer les contraintes. Après avoir retenu cette sélection, un menu des différents modes disponibles apparaît. Ce sont:

a) mode libre: l'arrêt n'est pas inséré à l'endroit indiqué (cet arrêt demeure libre).

b) mode alternatif: l'opérateur AJOUT utilise la formule alternative pour la sélection d'un arrêt sur une route. Si le nouvel endroit retenu n'assure toujours pas le respect des contraintes, l'arrêt libre ne sera pas inséré (cet arrêt demeure libre).

c) mode ajout: l'arrêt libre est inséré à l'endroit indiqué malgré la violation des contraintes.

d) mode interruption: l'opérateur AJOUT s'interrompt dès qu'un arrêt ne peut être inséré à l'endroit indiqué. Ainsi, tous les arrêts non encore traités demeurent libres.

e) mode interactif: ici, l'usager doit spécifier l'un des quatre modes précédents dès que l'insertion d'un arrêt libre viole les contraintes. Cette approche interactive permet de traiter l'insertion de chacun des arrêts sur une base individuelle.

L - les paramètres de pondération [2]. Après avoir retenu cette sélection, un menu des différents paramètres disponibles apparaît. Ce sont: LAMBDAcap pour la contrainte de capacité, LAMBDAdist pour la contrainte de distance maximale autorisée, LAMBDAtemps pour la contrainte de temps maximal autorisé, LAMBDAfen1 pour la borne inférieure de la fenêtre de temps et LAMBDAfen2 pour la borne supérieure de la fenêtre de temps.

M - un premier paramètre numérique LAMBDA1 qui peut être utilisé dans les formules présentées ci-haut.

N - un second paramètre numérique LAMBDA2.

O - une courte description, sous forme de liste. Par exemple: (c'est l'opérateur AJOUT)

1.C.C.B DEMO

Permet de mettre l'opérateur AJOUT en mode démonstration. Lorsque cet opérateur sera activé, l'usager poura suivre le déroulement de l'algorithme à l'écran (i.e. procédure se sélection d'un arrêt libre, procédure de sélection d'un arrêt sur une route et insertion de l'arrêt libre).

1.C.C.C INSPECTER

Permet d'examiner la valeur des différentes formules d'instanciation au niveau de la fenêtre des résultats.

1.C.C.D GERER-FORMULE

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des formules. Le gestionnaire permet ici de conserver les formules dans un répertoire de l'environnement de travail (p.e. si l'usager veut conserver sa propre formule de sélection d'un arrêt libre). Pour plus de détails, voir la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A) .

1.C.C.E GERER-OPERATEUR

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des opérateurs. Le gestionnaire permet ici de conserver des instanciations complètes de l'opérateur AJOUT. Après avoir retenu cette sélection, le menu de gestion présenté pour la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A.) apparaît à l'écran. Ce menu assure des fonctions similaires à celles qui ont été décrites pour les formules individuelles, sauf que c'est ici l'opérateur AJOUT en son entier qui est traité (N.B. la commande EDITER est inactive pour le gestionnaire des opérateurs car seule une formule individuelle peut être éditée.)

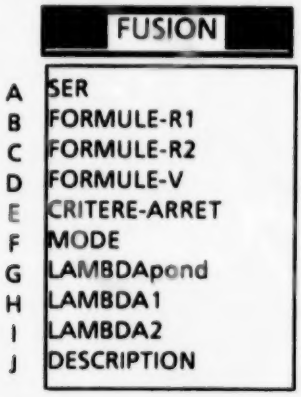
1.C.C.F INITIER-AJOUT

Permet d'activer l'opérateur AJOUT. Les routes générées sont alors affichées en traits foncés à l'écran.

SOUS-MENU 1.C.D FUSION

1.C.D.A DEFINIR

Permet d'instancier le modèle correspondant à l'opérateur FUSION (voir Annexe 1). Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:



Ce menu permet à l'usager de définir:

A - un sous-ensemble des routes.

B - la formule de sélection pour la route1, qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SER.

C - la formule de sélection pour la route 2, qui doit toujours s'appliquer à l'ensemble SER.

D - la formule de sélection pour le véhicule (celui desservant la route1 ou la route 2).

E - un critère d'arrêt.

F - un mode de traitement pour la fusion, si les deux routes choisies ne peuvent être fusionnées sans violer les contraintes. Suite à cette sélection, un menu des différents modes disponibles apparaît. Ce sont:

a) mode libre: les deux routes ne sont pas fusionnées.

b) mode fusion: les deux routes sont fusionnées malgré la violation des contraintes.

c) mode interruption: l'opérateur FUSION s'interrompt dès que deux routes ne peuvent être fusionnées ensemble.

G - les paramètres de pondération [2]. Après avoir retenu cette sélection, un menu des différents paramètres disponibles apparaît. Ce sont: LAMBDAcap pour la contrainte de capacité, LAMBDAdist pour la contrainte de distance maximale autorisée, LAMBDAtemps pour la contrainte de temps maximal autorisé, LAMBDAfen1 pour la borne inférieure de la fenêtre de temps et LAMBDAfen2 pour la borne supérieure de la fenêtre de temps.

H - un premier paramètre numérique LAMBDA1 qui peut être utilisé dans les formules présentées ci-haut.

I - un second paramètre numérique LAMBDA2.

J - une courte description, sous forme de liste. Par exemple: (c'est l'opérateur FUSION)

1.C.D.B DEMO

Permet de mettre l'opérateur FUSION en mode démonstration. Lorsque cet opérateur sera activé, l'usager poura suivre le déroulement de l'algorithme à l'écran (i.e. procédure se sélection de la route 1, procédure de sélection de la route 2 et fusion).

1.C.D.C INSPECTER

Permet d'examiner la valeur des différentes formules d'instanciation au niveau de la fenêtre des résultats.

1.C.D.D GERER-FORMULE

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des formules. Le gestionnaire permet ici de conserver les formules individuelles dans un répertoire de l'environnement de travail (p.e. si l'usager veut conserver sa propre formule de sélection pour la route 1). Pour plus de détails, voir la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A) .

1.C.D.E GERER-OPERATEUR

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des opérateurs. Le gestionnaire permet ici de conserver des instanciations complètes de l'opérateur FUSION. Après avoir retenu cette sélection, le menu de gestion présenté pour la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A.) apparaît à l'écran. Ce menu assure des fonctions similaires à celles qui ont été décrites pour les formules individuelles, sauf que c'est ici l'opérateur FUSION en son entier qui est traité (N.B. la commande EDITER est inactive pour le gestionnaire des opérateurs car seule une formule individuelle peut être éditée.)

1.C.D.F INITIER-FUSION

Permet d'activer l'opérateur AJOUT. Les routes générées sont alors affichées en traits foncés à l'écran.

SOUS-MENU 1.C.E ECHANGE

1.C.E.A DEFINIR

Permet d'instancier le modèle correspondant à l'opérateur ECHANGE (voir Annexe 1). Après avoir retenu cette sélection, le menu suivant apparaît:

	ECHANGE
A	SER
B	CRITERE
C	FORMULE-QUALITE
D	NBECHANGES
E	SEUIL-TOTAL
G	SEUIL-ECHANGE
H	LAMBDApond
I	DESCRIPTION

Ce menu permet à l'usager de définir:

A - un sous-ensemble des routes.

B - un ou plusieurs critères de qualité. Une formule de qualité est en effet constituée à partir de critères sauvegardés dans un répertoire. Cette sélection permet justement de créer les critères de qualité de son choix. Suite à cette sélection, le menu suivant apparaît:

CRITERE
CRITEREbase
OPTIMUMint
ECARTmax
PENALITE<
PENALITE>
MOYENNE
DESCRIPTION

Ce menu permet de spécifier la valeur des différents paramètres qui définissent un critère de qualité [2], soit:

- un critère de base. Les critères disponibles sont: longueur des routes, nombre de routes, temps de service aux arrêts, temps de parcours, saturation de la capacité, de la distance maximale ou du temps de parcours maximal des véhicules.
- un intervalle optimal
- un écart maximal
- une première pénalité d'écart par rapport à l'optimum (si la valeur retournée par le critère est inférieure à l'optimum).
- une seconde pénalité d'écart par rapport à l'optimum (si la valeur retournée par le critère est supérieure à l'optimum).
- une moyenne (Linéaire ou Quadratique)
- une courte description.

Lorsque l'usager a complété son travail, il n'a qu'à appuyer sur le bouton gauche de la souris à l'extérieur du menu (le menu réapparaît tant que l'usager procède à des sélections à l'intérieur de celui-ci). La question suivante apparaît alors dans la fenêtre des résultats: "on crée un nouveau critère? (o|n)". Si l'usager répond affirmativement, un identificateur pour le critère est demandé et celui-ci est par la suite automatiquement ajouté au répertoire. C'est à l'aide de cette banque de critères qu'il est possible de créer une formule de qualité (sélection suivante).

C - la formule de qualité. Après avoir retenu cette sélection, le menu des critères de qualité apparaît (ce menu réapparaît tant que l'usager sélectionne des critères). Il faut alors déplacer le curseur sur le critère désiré et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Le critère retenu apparaît dans la fenêtre des résultats et une confirmation est demandée. Suite à cette confirmation, le critère est introduit dans la formule de qualité. Il faut ensuite préciser le poids que l'on désire associer au critère.

Cette procédure est ainsi répétée jusquà ce que tous les critères désirés aient été introduits dans la formule de qualité . La procédure est interrompue dès que l'usager appuie sur le bouton gauche de la souris alors que le curseur est à l'extérieur du menu des critères. L'opérateur ECHANGE réapparaît alors dans la fenêtre des résultats et la formule de qualité est mise-à-jour.

D - le seuil total à ne pas dépasser (différence entre la longueur totale des routes finales et la longueur totale des routes initiales).

E - le seuil à ne pas dépasser pour chacun des échages considérés (différence entre la longueur des arcs ajoutés et retranchés au cours d'un échange particulier).

F - les paramètres de pondération. Après avoir retenu cette sélection, un menu des différents paramètres disponibles apparaît. Ce sont: LAMBDAcap pour la contrainte de capacité, LAMBDAdist pour la contrainte de distance maximale autorisée, LAMBDAtemps pour la contrainte de temps maximal autorisé, LAMBDAfen1 pour la borne inférieure de la fenêtre de temps et LAMBDAfen2 pour la borne supérieure de la fenêtre de temps.

G - une courte description, sous forme de liste. Par exemple: (c'est l'opérateur ECHANGE)

1.C.E.B INSPECTER

Permet d'examiner la valeur des différentes formules d'instanciation au niveau de la fenêtre des résultats.

1.C.E.C GERER-CRITERE

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des critères de qualité. Le gestionnaire permet ici de traiter les critères qui ont été conservés dans un répertoire de l'environnement de travail. Pour plus de détails sur les facilités offertes par le menu de gestion, voir la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A) . Notons que la commande EDITER est inactive pour le gestionnaire des critères car seule un formule peut être éditée.

1.C.E.D GERER-FORMULE

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des formules. Le gestionnaire permet ici de conserver les formules dans un répertoire de l'environnement de travail (p.e. si l'usager veut conserver sa propre formule de qualité). Pour plus de détails, voir la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A) .

1.C.E.E GERER-OPERATEUR

Cette sélection donne accès aux facilités offertes par le gestionnaire des opérateurs. Le gestionnaire permet ici de conserver des instanciations complètes de l'opérateur ECHANGE. Après avoir retenu cette sélection, le menu de gestion présenté pour la sélection GERER-FORMULE de l'opérateur INIT (sous-menu 1.C.A.) apparaît à l'écran. Ce menu assure des fonctions similaires à celles qui ont été décrites pour les formules individuelles, sauf que c'est ici l'opérateur ECHANGE en son entier qui est traité (N.B. la commande EDITER est inactive pour le gestionnaire des opérateurs car seule une formule individuelle peut être éditée.)

1.C.E.F INITIER-OPT2

Permet d'activer l'opérateur ECHANGE et d'appliquer une stratégie de type OPT-2. Suite à cette sélection, un menu apparait afin de permetre à l'usager de spécifier le mode d'application de l'opérateur (mode individuel: la stratégie d'échange est appliquée à chacune des routes à tour de rôle; mode général: la stratégie d'échange est appliquée à la "super-route" formée par fusion des routes individuelles [2]). Les routes générées par l'opérateur sont ensuite affichées en traits foncés à l'écran.

1.C.E.G INITIER-OPT2*

Permet d'activer l'opérateur ECHANGE et d'appliquer une stratégie de type OPT-2* [2]. Suite à cette sélection, un menu apparait afin de permetre à l'usager de spécifier le mode d'application de l'opérateur (cf. sélection INITIER-OPT2). Les routes générées par l'opérateur sont ensuite affichées en traits foncés à l'écran.

1.C.E.H INITIER-OPT3

Permet d'activer l'opérateur ECHANGE et d'appliquer une stratégie de type OPT-3. Suite à cette sélection, un menu apparait afin de permetre à l'usager de spécifier le mode d'application de l'opérateur (cf. sélection INITIER-OPT2). Les routes générées par l'opérateur sont ensuite affichées en traits foncés à l'écran.

1.C.E.I INITIER-SWAP1

Permet d'activer l'opérateur ECHANGE et d'appliquer une stratégie de type SWAP-1 (échange de noeud à sens unique). Suite à cette sélection, un menu apparait afin de permetre à l'usager de spécifier le mode d'application de l'opérateur (cf. sélection INITIER-OPT2). Les routes générées par l'opérateur sont ensuite affichées en traits foncés à l'écran.

1.C.E.J INITIER-SWAP2

Permet d'activer l'opérateur ECHANGE et d'appliquer une stratégie de type SWAP-2 (échange de noeud à double sens). Suite à cette sélection, un menu apparait afin de permetre à l'usager de spécifier le mode d'application de l'opérateur (cf. sélection INITIER-OPT2). Les routes générées par l'opérateur sont ensuite affichées en traits foncés à l'écran.

1.C.E.K INITIER-COMVOY

Permet d'activer l'opérateur ECHANGE et d'appliquer un algorithme exact de commis-voyageur. Les routes générées par cet algorithme sont ensuite affichées en traits foncés à l'écran (l'algorithme ne tient pas compte de la formule de qualité et cherche simplement à minimiser la longueur des routes).

SOUS-MENU 1.C.H REPRODUIRE

1.C.H.A EVALUER-EXACT

Permet de réévaluer une solution et d'afficher le cheminement exact des véhicules si des modifications ont été apportées dans les données du problème (p.e. modification de la vitesse des véhicules). Après avoir choisi cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Le cheminement exact du véhicule apparaitra alors en traits foncés à l'écran. S'il y a eu des modifications dans les données, l'évaluation du cheminement exact en tiendra compte.

1.C.H.B EVALUER-DIRECT

Permet de réévaluer une solution et d'afficher le cheminement à vol d'oiseau des véhicules si des modifications ont été apportées dans les données du problème. Fonctionne de façon similaire à la sélection EVALUER-EXACT (1.C.H.A).

1.C.H.C REPRODUIRE-EXACT

Permet de reproduire une solution et de réafficher le cheminement exact des véhicules. Après avoir choisi cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules apparait. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Le cheminement exact du véhicule apparaitra alors en traits foncés à l'écran. S'il y a eu des modifications dans les données du problème, l'évaluation du cheminement exact n'en tiendra pas compte.

1.C.H.D REPRODUIRE-DIRECT

Permet de reproduire une solution et de réafficher le cheminement à vol d'oiseau des véhicules. Fonctionne de façon similaire à la sélection REPRODUIRE-EXACT (1.C.H.C).

SOUS-MENU 1.C.K TRAITER-SOLUTIONS

1.C.K.A CREER

Permet de conserver une solution dans l'environnement de travail. Après avoir retenu cette sélection, il faut préciser un identificateur pour la solution dans la PromptWindow.

1.C.K.B DETRUIRE

Permet d'éliminer une solution précédemment sauvegardée à l'aide de CREER (1.C.K.A). Après avoir choisi cette sélection, un menu contenant la liste des solutions apparait. Avec la souris, se positionner sur la solution que l'on veut éliminer et appuyer sur le bouton gauche de la souris.

1.C.K.C REACTIVER

Permet de réactiver une solution précédemment sauvegardée à l'aide de CREER (1.C.K.A). Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des solutions apparait. Avec la souris, se positionner sur la solution que l'on veut réactiver et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Les routes réapparaîtront alors en traits foncés à l'écran.

SOUS-MENU 1.E TRAITER-NOEUDS

1.E.A TRAITER-ARRETS

Permet de traiter l'ensemble des arrêts. Appelle le sous-menu 1.E.A .

1.E.B TRAITER-ORIGINES

Permet de traiter l'ensemble des origines (cet ensemble ne contient normalement qu'un seul élément). Appelle le sous-menu 1.E.B .

1.E.C TRAITER-SIMPLES

Permet de traiter l'ensemble des noeuds simples (ni arrêts, ni origine). Appelle le sous-menu 1.E.C.

1.E.D TRAITER-TOUS

Permet de traiter l'ensemble de tous les noeuds (origine, arrêts, noeuds simples). Appelle le sous-menu 1.E.D.

SOUS-MENU 1.E.A TRAITER-ARRETS

1.E.A.A DEVENIR-SIMPLES

Transforme tous les arrêts en noeud simples. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la Prompt Window. Par la suite, tous les arrêts du réseau (blancs) deviennent des noeuds simples (gris).

1.E.A.B LIBERER-ACCES

Permet de libérer l'accès à tous les arrêts. Si certaines restrictions ont été imposées au niveau de certains arrêts (accès sélectif à l'aide de un ou deux arcs incidents), elles seront levées suite à cette sélection. Il faut toutefois confirmer son choix au niveau de la PromptWindow.

1.E.A.C MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage des arrêts à l'écran. Appelle le sous-menu 1.E.A.C .

1.E.A.D MODIFIER-DEF

Permet de modifier la valeur de défaut des principales propriétés des arrêts. Suite à cette sélection, le menu suivant apparaît:

Avec ce menu, l'on peut modifier la valeur de défaut des propriétés suivantes: demande et temps alloué afin de recueillir la demande (les sélections pour le temps optimal de service et la fenêtre de temps sont inactives à ce niveau). La valeur désirée est inscrite au niveau de la PromptWindow. A noter que les arrêts déjà créés ne sont pas affectés par cette commande. Seuls les arrêts subséquemment créés présenteront les nouvelles valeurs.

1.E.A.E MODIFIER-PROP

Permet de modifier la valeur des principales propriétés des arrêts existants. Suite à cette sélection, le menu présenté en 1.E.A.D. apparaît et permet de modifier la demande, le temps alloué afin de recueillir la demande, le temps optimal de service ou la fenêtre de temps. A noter que tous les arrêts du réseau seront affectés par cette commande (p.e. si l'usager précise une demande de 25 unités, tous les arrêts présenteront une telle demande). Lors de la spécification d'une fenêtre de temps, il faut d'abord mentionner le type de fenêtre désiré avant de pouvoir modifier les valeurs des bornes inférieure et supérieure. Les quatre types de fenêtres disponibles sont les suivants:

NUL : pas de fenêtre
BI : borne inférieure seulement
BS : borne supérieure seulement
BIS : borne inférieure et supérieure

SOUS-MENU 1.E.A.C MODIFIER-AFF

1.E.A.C.A MODIFIER-DIMENSION

Permet de modifier la dimension de tous les arrêts. Après avoir choisi cette sélection, il faut inscrire la hauteur puis la largeur désirée au niveau de la PromptWindow. Le réseau sera alors réaffiché en tenant compte des nouvelles dimensions.

1.E.A.C.B MODIFIER-ETIQdem

Permet d'utiliser la demande comme étiquette à chacun des arrêts.

1.E.A.C.C MODIFIER-ETIQnum

Permet d'utiliser le numéro du noeud comme étiquette à chacun des arrêts.

1.E.A.C.D MODIFIER-ETIQpoint

Permet d'utiliser un point comme étiquette à chacun des arrêts.

1.E.A.C.E MODIFIER-FONTE

Permet de modifier la fonte des étiquettes à chacun des arrêts. Suit à cette sélection, le menu suivant apparaît:

Ce menu permet ainsi d'utiliser quatre fontes différentes, selon les goûts de l'usager.

1.E.A.C.F REDUIRE

Permet de réduire tous les arrêts à l'état de simples points.

SOUS-MENU 1.E.B TRAITER-ORIGINES

1.E.B.A DEVENIR-ARRETS

Transforme l'origine (ou les origines) en arrêt. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow. Ensuite, l'origine (noire) se transforme en arrêt (blanc).

1.E.B.B DEVENIR-SIMPLES

Transforme l'origine (ou les origines) en noeud simple. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow. Ensuite, l'origine (noire) se transforme en noeud simple (gris).

1.E.B.C LIBERER-ACCES

Permet de lever tout accès sélectif à l'origine (accès limité à un ou deux arcs incidents). Une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow.

1.E.B.D MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage de l'origine à l'écran. Appelle le sous-menu 1.E.B.D dont les sélections produisent des effets similaires à celles du sous-menu 1.E.A.C, présenté plus tôt (sauf qu'ici, seule l'origine est concernée).

SOUS-MENU 1.E.C TRAITER-SIMPLES

1.E.C.A DEVENIR-ARRETS

Transforme tous les noeuds simples en arrêts. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow. Par la suite, tous les noeuds simples du réseau (gris) deviennent des arrêts (blancs).

1.E.C.B MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage des noeuds simples à l'écran. Appelle le sous-menu 1.E.C.B dont les sélections produisent des effets similaires à celles du sous-menu 1.E.A.C, présenté plus tôt (sauf qu'ici, ce sont les noeuds simples qui sont concernés).

SOUS-MENU 1.E.D TRAITER-TOUS

1.E.D.A DEVENIR-ARRETS

Transforme tous les noeuds du réseau en arrêts. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow. Par la suite, tous les noeuds du réseau deviennent des arrêts (blancs).

1.E.D.B DEVENIR-SIMPLES

Transforme tous les noeuds du réseau en noeuds simples. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow. Par la suite, tous les noeuds du réseau deviennent des noeuds simples (gris).

1.E.D.C MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage de tous les noeuds du réseau à l'écran. Appelle le sous-menu 1.E.D.C dont les sélections produisent des effets similaires à celles du sous-menu 1.E.A.C, présenté plus tôt (sauf qu'ici, tous les noeuds du réseau sont concernés).

SOUS-MENU 1.F TRAITER-RESEAU

1.F.A CREER

Permet de créer un nouveau réseau dans l'environnement de travail. Initialement, ce réseau n'a aucun noeud et aucun arc. Après avoir retenu cette sélection, il faut donner un identificateur au réseau et mentionner ensuite si le réseau est euclidien ou non (au niveau de la PromptWindow). Par la suite, ce réseau pourra être construit à l'aide des commandes d'édition (cf. menu #6).

1.F.B DETRUIRE

Permet de détruire le réseau courant (celui qui est affiché à l'écran). Après avoir retenu cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la PromptWindow. Par la suite, l'usager peut soit commander l'affichage d'un autre réseau, soit inactiver le système.

1.F.C INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour le réseau

1.F.D MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage du réseau à l'écran. Appelle le sous-menu 1.F.D .

1.F.E SUBSTITUER

Permet de choisir un nouveau réseau courant (celui qui est affiché). Les identificateurs de tous les réseaux présents dans l'environnement sont alors présentés au niveau de la PromptWindow et l'usager doit en choisir un dans cette liste.

SOUS-MENU 1.F.D MODIFIER-AFF

1.F.D.A DEPLACER

Permet de déplacer le réseau de telle façon que l'un des noeuds soit au centre de la fenêtre. Après avoir choisi cette sélection, il faut préciser dans la PromptWindow le numéro du noeud qui se trouvera au centre de la fenêtre.

1.F.D.B EFFACER

Permet d'effacer les traits foncés au niveau du réseau (ces traits correspondent en général à l'affichage de parcours pour les différents véhicules)

1.F.D.C MODIFIER-ECHELLE

Permet de modifier l'échelle du réseau. Après avoir choisi cette sélection, il faut présiser dans la PromptWindow l'échelle désirée. Par la suite, il est possible de préciser le numéro

d'un noeud particulier. Le réseau se délacera alors de façon à ce que le noeud mentionné occupe le centre de la fenêtre d'affichage.

1.F.D.D POSITIONNER

Permet de positionner le réseau dans le coin inférieur gauche de la fenêtre d'affichage.

1.F.D.E REPRODUIRE

Permet de réafficher le réseau (peut être utile si une perturbation quelconque s'est produite au niveau de l'affichage du réseau).

SOUS-MENU 1.G TRAITER-RUES

1.G.A CREER

Permet la création d'une nouvelle rue. Cette rue est initialement vide et l'usager devra donc lui associer des arcs à l'aide des commandes ASSOCIER-ARCS du sous-menu 1.G ou ASSOCIER-RUE du menu #5 (N.B. une rue correspond essentiellement à une suite d'arcs). Après avoir retenu cette sélection, il faut donner un identificateur à la nouvelle rue au sein de la PromptWindow.

1.G.B DETRUIRE

Permet de détruire une rue créée à l'aide de 1.G.A. Après avoir choisi cette sélection, un menu des rues existantes apparaît. Avec la souris, se positionner sur la rue à détruire puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Cette rue sera alors éliminée.

1.G.C AFFICHER

Permet d'afficher en traits foncés les rues du réseau. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des rues apparait. Avec la souris, se positionner sur la rue de son choix et appuyer sur le bouton gauche de la souris. La rue sélectionné apparaîtra alors en traits foncés à l'écran.

1.G.D EFFACER

Permet d'effacer une rue affichée à l'aide de 1.G.C. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des rues apparait. Avec la souris, se positionner sur la rue de son choix et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Si cette rue était affichée à l'écran, elle sera alors effacée.

1.G.E ASSOCIER-ARCS

Permet d'associer une rue à chacun des arcs du réseau. Après avoir choisi cette sélection, chaque arc apparaît à tour de rôle à l'écran, en traits foncés. L'affichage de chacun des

arcs s'accompagne d'un menu contenant la liste de toutes les rues créées à l'aide de 1.G.A. Avec la souris, se positionner sur la rue que l'on veut associer à l'arc affiché et appuyer sur le bouton gauche de la souris.

1.G.F DISSOCIER-ARCS

Permet de dissocier tous les arcs de leur rue. Après avoir choisi cette sélection, une confirmation est demandée au niveau de la Prompt Window. Après cette confirmation, toutes les rues du réseau redeviennent vides et n'ont plus aucun arc associé.

1.G.G MODIFIER-IDENT

Permet de modifier l'identificateur d'une rue. Après avoir choisi cette sélection, un menu contenant la liste de toutes les rues apparaît. Avec la souris, se positionner sur l'identificateur que l'on veut modifier et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Ecrire ensuite le nouvel identificateur au niveau de la PromptWindow.

SOUS-MENU 1.H TRAITER-VEHICULES

1.H.A CREER

Permet de créer un nouveau véhicule. Après avoir retenu cette sélection, il suffit de préciser un identificateur pour le nouveau véhicule au sein de la PromptWindow.

1.H.B CREER-PLUS

Permet de créer plusieurs véhicules "d'un seul coup". Suite à cette sélection, il faut préciser un identificateur de base et le nombre de véhicules désirés au niveau de la PromptWindow. Par exemple, si l'on choisit TOTO comme identificateur de base et que l'on désire trois véhicules, les trois véhicules créés seront : TOTO001,TOTO002 et TOTO003.

1.H.C DETRUIRE

Permet de détruire un véhicule créé à l'aide de 1.H.A. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules apparaît à l'écran. Avec la souris, se positionner sur le véhicule que l'on veut détruire et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Le véhicule sélectionné sera alors éliminé.

1.H.D INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour un véhicule. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules apparaît à l'écran. Avec la souris, se positionner sur le véhicule que l'on veut inspecter et appuyer sur le bouton gauche de la souris

1.H.E MODIFIER-DEF

Permet de modifier la valeur de défaut des principales propriétés des véhicules. Suite à cette sélection, le menu suivant apparaît:

Avec ce menu, l'on peut modifier la valeur de défaut des propriétés susivantes: vitesse, capacité, distance maximale autorisée et temps de parcours maximal autorisé. Aprés avoir sélectionné la propriété désirée, il faut ensuite inscrire la nouvelle valeur au niveau de la PromptWindow. A noter que les véhicules existants ne seront pas affectés par cette commande. Seuls les véhicules subséquemment créés présenteront les nouvelles valeurs.

1.H.F MODIFIER-IDENT

Permet de modifier l'identificateur d'un véhicule. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules apparaît. Avec la souris, se positionner sur un véhicule particulier et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Inscrire ensuite, dans la Prompt Window, le nouvel identificateur.

1.H.G MODIFIER-PROP

Permet de modifier la valeur des principales propriétés des véhicules existants. Suite à cette sélection, le menu présenté en 1.H.E apparaît et permet de modifier la vitesse, la capacité, la distance maximale autorisée ou le temps de parcours maximal autorisé. A noter que tous les véhicules existants présenteront les nouvelles valeurs (p.e. si l'usager précise une capacité de 30 unités, tous les véhicules de la flotte auront une telle capacité).

2 - MENU ORIGINE

Pour accéder à ce menu, il faut déplacer le curseur au niveau de l'origine (noire) et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Ce menu assure le traitement individuel de l'origine.

#2	MENU-ORIGINE
A	COMVOY
B	DIJKSTRA
C	INSPECTER
D	TRAITER-ORIGINE
E	TRAITER-VEHICULES

#2.A	COMVOY
A	INITIER
B	REPRODUIRE-EXACT
C	REPRODUIRE-DIRECT

. . . . . .

#2.D	TRAITER-ORIGINE
A	DEVENIR-ARRET
B	DEVENIR-SIMPLE
C	MODIFIER-ACCES
D	MODIFIER-AFF
E	MODIFIER-COORD
F	MODIFIER-IDENT

#2.D.D	MODIFIER-AFF
A	MODIFIER-DIMENSION
B	MODIFIER-ETIQdem
C	MODIFIER-ETIQnum
D	MODIFIER-ETIQpoint
E	MODIFIER-FONTE
F	REDUIRE

. . . . . .

#2.E	TRAITER-VEHICULES
A	ASSOCIER
B	DISSOCIER
C	INSPECTER
D	MODIFIER-PROP
E	REMPLACER
F	TRAITER-AMAS

#2.E.F	TRAITER-AMAS
A	AFFICHER
B	DETRUIRE
C	EFFACER
D	SIGNALER

. . . . . .

2 - MENU ORIGINE

2.A COMVOY

Cette sélection donne accès à des facilités permettant d'appliquer un algorithme exact de commis-voyageur aux véhicules stockés au sein de l'origine. Appelle le sous-menu 2.A .

2.B DIJKSTRA

Si des véhicules ont été inclus au sein de l'origine (sélection ASSOCIER du sous-menu 2.E) et si des arrêts ont été associés à certains de ces véhicules (sélection ASSOCIER du sous-menu 3.C), il devient dès lors possible de calculer les chemins plus courts menant de l'origine à chacun des arrêts visités par un véhicule particulier. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules inclus au sein de l'origine apparait. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix et appuyer sur le bouton gauche. Les chemins plus courts apparaîtront alors en traits foncés à l'écran.

2.C INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour l'origine.

2.D TRAITER-ORIGINE

Assure le traitement de l'origine. Appelle le sous-menu 2.D.

2.E TRAITER-VEHICULE

Assure le traitement des véhicules inclus au sein de l'origine. Appelle le sous-menu 2.E .

SOUS-MENU 2.A COMVOY

2.A.A INITIER

Si des véhicules ont été inclus au sein de l'origine (sélection ASSOCIER du sous-menu 2.E) et si des arrêts ont été associés à certains de ces véhicules (sélection ASSOCIER du sous-menu 3.C), il devient dès lors possible d'appliquer un algorithme exact de commis-voyageur. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules inclus au sein de l'origine apparait. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix et appuyer sur le bouton gauche. Une route générée par l'algorithme exact de commis-voyageur sera alors affichée en traits foncés à l'écran (après un certain temps de calcul!).

2.A.B REPRODUIRE-EXACT

Permet de reproduire et réafficher le cheminement exact des véhicules pour une solution créée à l'aide de 1.A.A ou 2.A.A . Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la

liste des véhicules apparait. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix et appuyer sur le bouton gauche afin de faire apparaître la route désirée.

2.A.C REPRODUIRE-DIRECT

Permet de reproduire et réafficher le cheminement à vol d'oiseau des véhicules pour une solution créée à l'aide de 1.A.A ou 2.A.A. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules apparait. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix et appuyer sur le bouton gauche afin de faire apparaître la route désirée.

SOUS-MENU 2.D TRAITER-ORIGINE

2.D.A DEVENIR-ARRET

Transforme l'origine en arrêt (blanc).

2.D.B DEVENIR-SIMPLE

Transforme l'origine en noeud simple (gris).

2.D.C MODIFIER-ACCES

Permet de modifier l'accès sélectif à l'origine (on peut restreindre l'accès à l'origine à l'aide de un ou deux arcs incidents). Suite à cette sélection, un menu contenant la liste des arcs incidents à l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur l'arc de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. (le menu des arcs incidents réapparaîtra alors afin de permettre la sélection,optionnelle, d'un second arc)

2.D.D MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage de l'origine. Appelle le sous-menu 2.D.D dont les sélections ont des effets identiques à celles du sous-menu 1.E.A.C, présenté plus tôt (sauf qu'ici seule l'origine choisie est concernée).

2.D.E MODIFIER-COORD

Permet de modifier les coordonnées de l'origine. Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire la coordonnée X, puis la coordonnée Y au niveau de la PromptWindow. L'origine sera alors repositionnée en fonction des nouvelles coordonnées.

2.D.F MODIFIER-IDENT

Permet de modifier l'identificateur de l'origine.

SOUS-MENU 2.E TRAITER-VEHICULES

2.E.A ASSOCIER

Permet d'inclure des véhicules au sein de l'origine (un véhicule qui n'a pas d'origine associée est dit "en réserve" et ne peut desservir d'arrêts). Suite à cette sélection,un menu contenant la liste de tous les véhicules (inclus ou non au sein de l'origine) apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Le véhicule choisi s'ajoutera alors à la liste des véhicules associés à l'origine. Deux étoiles apparaitront à côté de l'identificateur du véhicule de façon à signaler que ce dernier est maintenant "actif".

2.E.B DISSOCIER

Permet de dissocier un véhicule de l'origine. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules inclus au sein de l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Le véhicule choisi est alors mis en réserve (tous les arrêts desservis par ce véhicule sont automatiquement libérés)

2.E.C INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour un véhicule particulier inclus au sein de l'origine. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris.

2.E.D MODIFIER-PROP

Permet de modifier la valeur des principales propriétés des véhicules inclus au sein de l'origine. Appelle le menu des propriétés présenté plus tôt en 1.H.E., menu qui permet de modifier la vitesse, la capacité, la distance maximale autorisée ou le temps de parcours maximal autorisé (cf. sélection MODIFIER-DEF dans le sous-menu 1.H). Après avoir choisi la propriété désirée, un menu contenant la liste des véhicules inclus au sein de l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Il suffit alors d'inscrire la nouvelle valeur pour la propriété au niveau de la PromptWindow. Seul le véhicule sélectionné présentera la nouvelle valeur.

2.E.E REMPLACER

Permet de remplacer un véhicule associé à l'origine par un autre véhicule, associé ou non à l'origine. Après avoir retenu cette sélection, apparaît un menu contenant la liste des véhicules inclus au sein de l'origine. Avec la souris, se positionner sur le véhicule que l'on veut remplacer, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Par la suite, un menu contenant la liste de tous les véhicules disponibles apparait. Il faut alors choisir dans ce menu le véhicule de remplacement. La route desservie par le premier véhicule sera alors

desservie par le véhicule de remplacement (et vice-versa, si le véhicule de remplacement desservait également une route).

2.E.F TRAITER-AMAS

Assure le traitement des amas. Appelle le sous-menu 2.E.F .

SOUS-MENU 2.E.F TRAITER-AMAS

2.E.F.A AFFICHER

Permet d'afficher les amas à l'écran. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules associés à l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Tous les arrêts desservis par le véhicule seront alors reliés par des traits foncés irradiant de l'origine.

2.E.F.B DETRUIRE

Permet de détruire l'amas associé à l'un des véhicules, i.e. de libérer tous les arrêts desservis par ce véhicule. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules associés à l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Les arrêts faisant partie de cet amas seront alors libérés.

2.E.F.C EFFACER

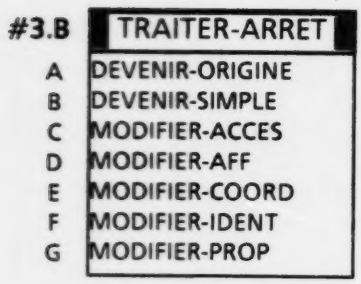
Permet d'effacer un amas affiché à l'aide de 2.E.F.A . Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules associés à l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris.

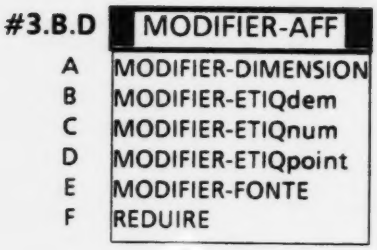
2.E.F.D SIGNALER

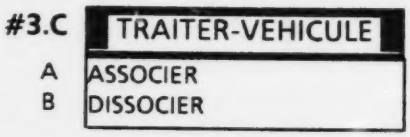
Permet de "signaler" les amas. Suite à cette sélection, un menu contenant la liste des véhicules associés à l'origine apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Les arrêts desservis par le véhicule choisi clignotent à tour de rôle à l'écran.

3 - MENU ARRET

Pour accéder à ce menu, il faut déplacer le curseur au niveau d'un arrêt (blanc) et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Ce menu assure le traitement individuel de l'arrêt sélectionné.







3 - MENU ARRET

3.A INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour l'arrêt choisi.

3.B TRAITER-ARRET

Assure le traitement de l'arrêt. Appelle le sous menu 3.B.

3.C TRAITER-VEHICULE

Permet d'associer ou dissocier un véhicule. Appelle le sous-menu 3.C .

SOUS-MENU 3.B TRAITER-ARRET

3.B.A DEVENIR-ORIGINE

Transforme l'arrêt en origine (noire).

3.B.B DEVENIR-SIMPLE

Transforme l'arrêt en noeud simple (gris).

3.B.C MODIFIER-ACCES

Permet de modifier l'accès sélectif à l'arrêt. On peut ainsi restreindre cet accès à l'aide de un ou deux arcs incidents. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des arcs incidents à l'arrêt apparaît. Avec la souris, se positionner sur l'arc de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris (le menu des arcs incidents réapparaîtra alors de façon à permettre la sélection, optionnelle, d'un second arc).

3.B.D MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage d'un arrêt. Appelle le sous-menu 3.B.D, dont les sélections ont des effets similaires à celles du sous-menu 1.E.A.C. (sauf qu'ici, seul l'arrêt choisi est concerné).

3.B.E MODIFIER-COORD

Permet de modifier les coordonnées de l'arrêt. Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire la coordonnée X, puis la coordonnée Y au niveau de la PromptWindow. L'arrêt est alors repositionné à l'écran.

3.B.F MODIFIER-IDENT

Permet de modifier l'identificateur de l'arrêt. Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire le nouvel identificateur au niveau de la PromptWindow.

3.B.G MODIFIER-PROP

Permet de modifier la valeur des principales propriétés de l'arrêt choisi. Appelle le menu des propriétés présenté plus tôt en 1.E.A.D, menu qui permet de modifier la demande, le temps alloué afin de recueillir la demande, le temps optimal de service ou la fenêtre de temps (cf. sélection MODIFIER-DEF dans le sous-menu 1.E.B). Après avoir choisi la propriété désirée, l'usager doit indiquer la nouvelle valeur au niveau de la PromptWindow.

Lors de la spécification d'une fenêtre de temps, il faut d'abord mentionner le type de fenêtre désiré avant de pouvoir modifier les valeurs des bornes inférieure et supérieure. Les quatre types de fenêtres disponibles sont les suivants:

NUL : pas de fenêtre
BI : borne inférieure seulement
BS : borne supérieure seulement
BIS : borne inférieure et supérieure

Notons enfin que seul l'arrêt choisi présentera les nouvelles valeurs.

SOUS-MENU 3.C TRAITER-VEHICULE

3.C.A ASSOCIER

Permet d'associer un véhicule à l'arrêt. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste de tous les véhicules apparaît. Avec la souris, se positionner sur le véhicule de son choix, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. L'arrêt choisi fera alors partie des arrêts desservis par le véhicule précédemment sélectionné.

3.C.B DISSOCIER

Permet de dissocier un véhicule qui a été associé à l'aide de la sélection 3.C.A .

4 - MENU NOEUD

Pour accéder à ce menu, il faut déplacer le curseur au niveau d'un noeud simple (gris) et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Ce menu assure le traitement individuel du noeud simple sélectionné.

#4 MENU-NOEUD

A	INSPECTER
B	TRAITER-NOEUD

#4.B TRAITER-NOEUD

A	DEVENIR-ARRET
B	DEVENIR-ORIGINE
C	MODIFIER-AFF
D	MODIFIER-COORD
E	MODIFIER-IDENT

#4.B.C MODIFIER-AFF

A	MODIFIER-DIMENSION
B	MODIFIER-ETIQdem
C	MODIFIER-ETIQnum
D	MODIFIER-ETIQpoint
E	MODIFIER-FONTE
F	REDUIRE

4 - MENU NOEUD

4.A INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour le noeud simple choisi.

4.B TRAITER-NOEUD

Assure le traitement du noeud simple. Appelle le sous menu 4.B .

SOUS-MENU 4.B TRAITER-NOEUD

4.B.A DEVENIR-ARRET

Transforme le noeud simple en arrêt (blanc).

4.B.B DEVENIR-ORIGINE

Transforme le noeud simple en origine (noire).

4.B.C MODIFIER-AFF

Permet de modifier l'affichage du noeud simple. Appelle le sous-menu 4.B.C, dont les sélections ont des effets similaires à celles du sous-menu 1.E.A.C , présenté plus tôt (sauf qu'ici, seul le noeud simple choisi est concerné).

4.B.D MODIFIER-COORD

Permet de modifier les coordonnées du noeud simple. Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire la coordonnée X, puis la coordonnée Y au niveau de la Prompt Window. Le noeud simple est alors repositionné à l'écran.

4.B.E MODIFIER-IDENT

Permet de modifier l'identificateur du noeud simple. Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire le nouvel identificateur dans la PromptWindow.

5 - MENU ARC

Pour accéder à ce genre de menu, il faut déplacer le curseur au niveau d'un noeud quelconque du réseau et appuyer sur le bouton central de la souris. Un menu des arcs incidents à ce noeud apparaît:

ARCS
(4 1)
(4 2)
(4 3)
(4 5)
(4 9)
(1 4)
(2 4)
(9 4)

Après avoir choisi l'un de ces arcs à l'aide du bouton gauche de la souris, le menu suivant apparaît et assure le traitement individuel de l'arc sélectionné.

#5	MENU-ARC
A	ASSOCIER-RUE
B	DISSOCIER-RUE
C	INSPECTER
D	MODIFIER-IDENT
E	MODIFIER-INTERDIT
F	MODIFIER-LONGUEUR

5 - MENU ARC

5.A ASSOCIER-RUE

Permet d'associer une rue à l'arc choisi. Après avoir retenu cette sélection, un menu contenant la liste des rues apparait. Avec la souris, se positionner sur la rue de son choix et appuyer sur le bouton gauche de la souris. L'arc choisi appartiendra alors à cette rue.

5.B DISSOCIER-RUE

Permet de dissocier la rue qui a été associée à l'aide de 5.A.

5.C INSPECTER

Permet de créer une fenêtre d'inspection pour l'arc choisi.

5.D MODIFIER-IDENT

Permet de modifier l'identificateur de l'arc. Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire le nouvel identificateur au niveau de la PromptWindow.

5.E MODIFIER-INTERDIT

Permet de modifier les interdictions de virage au niveau de l'arc . Après avoir retenu cette sélection, il faut inscrire l'interdiction désirée au niveau de la PromptWindow (G = interdiction de virage à gauche, D = interdiction de virage à droite, NUL = aucune interdiction).

5.F MODIFIER-LONGUEUR

Permet de modifier la longueur de l'arc, lorsque le réseau est non-euclidien.

6 - MENU EDITION

Pour accéder à ce menu, il faut déplacer le curseur à l'intérieur de la fenêtre du réseau et appuyer sur le bouton droit de la souris. Ce menu permet de modifier interactivement la structure du réseau.

#6	MENU-EDITION
A	CREER-ARC
B	CREER-NOEUD
C	DETRUIRE-ARC
D	DETRUIRE-NOEUD
E	DEPLACER-NOEUD

6 - MENU EDITION

6.A CREER-ARC

Permet de créer un nouvel arc entre deux noeuds. Après avoir retenu cette sélection, il faut se positionner à l'aide de la souris sur le noeud d'origine de l'arc, puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Par la suite, il faut se positionner sur le noeud destination de l'arc et, de nouveau, appuyer sur le bouton gauche de la souris.

6.B CREER-NOEUD

Permet de créer un nouveau noeud simple. Après avoir retenu cette sélection, il faut se positionner à l'endroit où l'on veut placer le nouveau noeud simple puis appuyer sur le bouton gauche de la souris.

6.C DETRUIRE-ARC

Permet de détruire un arc. Après avoir retenu cette sélection, il faut se positionner, à l'aide de la souris, sur le noeud d'origine de l'arc puis appuyer sur le bouton gauche de la souris. Par la suite, il faut se positionner sur le noeud destination de l'arc et, de nouveau, appuyer sur le bouton gauche de la souris.

6.D DETRUIRE NOEUD

Permet de détruire un noeud. Après avoir retenu cette sélection, il faut se positionner sur le noeud que l'on veut détruire et appuyer sur le bouton gauche de la souris. Une confirmation est alors demandée au niveau de la PromptWindow.

6.E DEPLACER-NOEUD

Permet de déplacer un noeud. Après avoir retenu cette sélection, il faut se positionner sur le noeud de son choix et appuyer sur le bouton gauche de la souris sans le relâcher. Déplacer le curseur vers le nouvel emplacement et relâcher le bouton gauche de la souris.

SECTIONS 5. QUELQUES CONSIDERATIONS FORT UTILES

a) Quoi faire si la sélection retenue dans un menu n'est pas celle que l'on désire?

Il est possible d'annuler les effets de la commande, en tapant NIL lorsqu'une valeur est demandée au niveau de la PromptWindow. Par ailleurs, si c'est un choix dans un menu qui est proposé, il suffit d'appuyer sur le bouton gauche de la souris alors que le curseur est à l'extérieur du menu.

b) Quoi faire si le système "plante"?

Si les formules utilisées par l'usager afin d'instancier l'un des opérateurs de l'heuristique générale présentent des erreurs syntaxiques ou sémantiques, l'activation de cet opérateur causera une interruption dans l'exécution du programme. Dans un tel cas, le "break package" de l'environnement INTERLISP-D est mis en branle et une fenêtre spéciale apparaît à l'écran ("break window"). Il devient dès lors possible d'examiner le contenu des variables au moment de l'arrêt du programme, de revenir en arrière dans la pile d'execution, etc. A l'aide des facilités offertes, il est relativement facile d'identifier la source de l'erreur et c'est pourquoi une bonne compréhension du break package s'avère for utile. Pour plus de détails, l'utilisateur est prié de se référer au manuel de référence INTERLISP D [6]

On peut s'échapper en tout temps du break package, en tapant une flèche vers le haut dans la break window (appuyer simultanément sur les clés <SHIFT> et <6>). La break window disparaîtra alors de l'écran. L'usager doit alors sélectionner RETOUR-ARRIERE au sein du menu HEURISTIQUE (1.C) afin d'annuler les effets de l'operateur erroné. On revient ainsi dans l'état où l'on se trouvait juste avant l'activation de cet opérateur. Evidemment, il faut aussi corriger les erreurs qui se trouvent dans les formules d'instanciation de l'opérateur erroné si l'on ne veut pas "planter" à nouveau lors de la réactivation de cet opérateur.

c) Est-il possible d'activer automatiquement une séquence d'opérateurs instanciés?

Il existe une fonction EX qui peut être utilisée afin d'activer automatiquement une séquence d'opérateurs préalablement instanciés et conservés dans les répertoires appropriés. Cette fonction présente les paramètres suivants:

(**EX** <TYPE OPERATEUR> <IDENT> <TYPE ECHANGE> <MODE>)

Les deux premiers paramètres sont utilisés par tous les opérateurs et correspondent respectivement au type de l'opérateur (INIT, INIT2, AJOUT, FUSION ou ECHANGE) et à l'identificateur associé à cet opérateur dans le répertoire. Les

deux derniers paramètres son réservés exclusivement aux opérateurs de type ECHANGE et correspondent respectivement au type d'échange désiré (OPT2, OPT2*, OPT3, SWAP1 ou SWAP2) et au mode d'application de cet opérateur (I ou G, pour Individuel ou Général). Cette fonction peut évidemment être intégrée au sein de n'importe quelle autre fonction LISP. L'usager peut par exemple taper la fonction suivante dans la fenêtre TTY:

```
(PROGN (FOR I FROM 1 TO 3 DO (EX INIT INIT1) (EX AJOUT AJOUT1))
       (EX ECHANGE ECHANGE1 OPT2 I))
```

Cette fonction aura pour effet d'activer à trois reprises les opérateurs INIT1 et AJOUT1 avant de compléter avec l'opérateur ECHANGE1 qui réalise un OPT2 en mode individuel.

ANNEXE 1. MODELES DES OPERATEURS DE BASE

Dans ces modèles, les portions en traits foncés correspondent aux points de décision où l'usager peut intervenir.

INIT

N ← **nombre de routes;**

SE_k ← **sous-ensemble des arrêts libres;**

Tant que N > 0 et qu'il reste des véhicules disponibles

faire

SEEDS ← **sélection des seeds;**

v ← **sélection du véhicule;**

créer une route où les SEEDS sont desservis par le véhicule v;

N ← N - 1;

INIT2

N ← **nombre de routes;**

SE_r ← **sous-ensemble des routes;**

Tant que N > 0 et que SE_r est non vide

faire

r ← **sélection d'une route;**

SEEDS ← **sélection des seeds;**

détruire la route r et créer une nouvelle route

afin de desservir les SEEDS.

retirer r de SE_r;

N ← N - 1;

AJOUT

```
SEk ← sous-ensemble d'arrêts libres;

Tant que SEk est non vide
faire
        r1 ← sélection de route 1;
        k ← sélection d'un arrêt libre ;
        r2 ← sélection de route 2 ;
        i ← selection d'un arrêt sur une route ;
        si critère d'arrêt vérifié alors sortir de la boucle et terminer ;
        si l'insertion de k satisfait les contraintes alors
                insérer k avant / après i
        sinon
                si mode = ALTERNATIF alors
                    i ← selection alternative d'un arrêt sur une route ;
                    si l'insertion de k satisfait les contraintes alors
                            insérer k avant / après i
                sinon traiter k selon mode;
        retirer k de SEk ;
```

FUSION

SE_r ← sous-ensemble de routes ;

Tant que $|SE_r| > 1$

faire

r_1 ← sélection de route 1 ;

retirer r_1 de SE_r ;

r_2 ← sélection de route 2 ;

retirer r_2 de SE_r ;

si critère d'arrêt vérifié alors sortir de la boucle et terminer ;

si la fusion de r_1 et r_2 satisfait les contraintes alors

v ← sélection du véhicule desservant r_1 ou r_2 ;

créer une nouvelle route r desservie par le véhicule v
en fusionnanrt r_1 et r_2 ;

ajouter r dans SE_r

sinon

traiter r_1 et r_2 selon mode ;

ECHANGE

```
SEUIL TOTAL      ← seuil1 ;
SEUIL ECHANGE    ← seuil2 ;
NBECHmax         ← nombre d'échanges maximal ;
SER              ← sous-ensemble des routes ;

QUALITEmax       ← 0;
NBECH            ← 0 ;
SOLUTION COURANTE ← solution initiale;

Tant qu'il reste des échanges à considérer pour SOLUTION COURANTE
                                          et  NBECH ≤ NBECHmax
faire
        DIFF     ← différence entre la longueur des liens ajoutés et retranchés
        si DIFF  ≤  Min {SEUIL TOTAL, SEUIL ECHANGE} alors
                SOLUTION ECHANGE ← solution obtenue après échange;
                si SOLUTION ECHANGE satisfait les contraintes alors
                        QUALITE  ←  évaluation de la formule de qualité
                                        pour SOLUTION ECHANGE;
                        si  QUALITE  >  QUALITEmax alors
                                QUALITEmax  ←  QUALITE;
                                NBECH       ←  NBECH  +  1
                                SEUIL TOTAL ←  SEUIL TOTAL - DIFF
                                SOLUTION COURANTE ← SOLUTION ECHANGE;
```

ANNEXE 2. FACILITES PREDEFINIES

Toutes les facilités mentionnées ci-dessous peuvent être utilisées par l'usager lors de la spécification de ses formules d'instanciation.

1- VARIABLES GLOBALES

O	l'origine
NT	le nombre total d'arrêts
NK	le nombre d'arrêts libres
NOUV.R	la dernière route créée à l'aide de l'opérateur INIT (ou la liste des dernières routes créées, si N > 1).
LAMBDACAP	le paramètre de pondération pour la contrainte de capacité
LAMBDADIST	le paramètre de pondération pour la contrainte de distance maximale autorisée
LAMBDAFEN1	le paramètre de pondération pour la borne inférieure de la fenêtre de temps
LAMBDAFEN2	le paramètre de pondération pour la borne supérieure de la fenêtre de temps
LAMBDATEMPS	le paramètre de pondération pour la contrainte de temps maximal autorisé

2- ENSEMBLES PREDEFINIS

ED	ensemble des derniers arrêts visités
EE	ensemble des arrêts extrêmes (ED U EP)
EI	ensemble des arrêts sur les routes, y inclus l'origine
EI*	ensemble des arrêts sur les routes, sans l'origine
EK	ensemble des arrêts libres
EP	ensemble des premiers arrêts visités
ER	ensemble des routes
ES	ensemble des seeds (germes)
EV	ensemble des véhicules desservant les routes
EVL	ensemble de véhicules libres, ne desservant pas de routes

3- PRIMITIVES

(P.ANGLE NOEUD1 NOEUD2 NOEUD3)

l'angle entre les trois noeuds, NOEUD2 constituant le sommet de cet angle.

(P.ANGLEH NOEUD1 NOEUD2 NOEUD3)

l'angle horaire entre les trois noeuds.

(P.ARRETS ROUTE)

la liste des arrêts sur la route.

(P.CAPACITE VEHICULE)

la capacité du véhicule.

(P.CARD ENSEMBLE)

la cardinalité de l'ensemble.

(P.COMPACITE ROUTE)

la compacité de la route.

(P.DEM ARRET)

la demande à l'arrêt.

(P.DEMTOT ROUTE)

la demande totale sur la route (i.e. la somme des demandes aux arrêts).

(P.DERNIER ROUTE)

le dernier arrêt visité sur la route.

(P.DETOUR NOEUD1 NOEUD2 NOEUD3)

le détour qu'entraîne l'insertion de NOEUD2 entre NOEUD1 et NOEUD3.

(P.DIST NOEUD1 NOEUD2)

la distance entre NOEUD1 et NOEUD2.

(P.DIST.EUCLID NOEUD1 NOEUD2)

la distance euclidienne entre NOEUD1 et NOEUD2.

(P.DMAX VEHICULE)

la distance maximale autorisée pour le véhicule.

(P.ECART.FEN ARRET)

l'écart entre l'arrivée du véhicule à l'arrêt et le temps optimal de service.

(P.EXCES.CAP VEHICULE [DEMANDE] [LAMBDAcap])

l'excédent de demande recueillie par le véhicule (par rapport à la capacité maximale). Les paramètres entre crochets sont des paramètres optionnels. Si la demande n'est pas fournie, la fonction utilise la demande recueillie par le véhicule. Si LAMBDAcap n'est pas fourni, la fonction utilise le paramètre de pondération fourni au sein de l'opérateur.

(P.EXCES.DIST VEHICULE [DISTANCE] [LAMBDAdist])

l'excédent en distance parcourue par le véhicule (par rapport à la distance maximale autorisée). Si la distance n'est pas fournie, la fonction utilise la distance parcourue par le véhicule. Si LAMBDAdist n'est pas fourni, la fonction utilise le paramètre de pondération fourni au sein de l'opérateur.

(P.EXCES.FEN ARRET [TEMPS] [LAMBDAfen1] [LAMBDAfen2])

si le temps d'arrivée du véhicule se trouve hors de la fenêtre de temps, retourne la différence entre ce temps d'arrivée et la plus rapprochée des deux bornes. Si le temps n'est pas fournie, la fonction utilise le temps d'arrivée du véhicule. Si LAMBDAfen1 et LAMBDAfen2 ne sont pas fournis, la fonction utilise les paramètres de pondération fournis au sein de l'opérateur.

(P.EXCES.TEMPS VEHICULE [TEMPS] [LAMBDAtemps])

l'excédent en temps de parcours (par rapport au temps maximal autorisé pour le véhicule). Si le temps de parcours n'est pas fourni, la fonction utilise le temps de parcours du véhicule. Si LAMBDAtemps n'est pas fourni, la fonction utilise le paramètre de pondération fourni au sein de l'opérateur.

(P.FEN ARRET)

la fenêtre de temps à l'arrêt, sous la forme: (borne inférieure borne supérieure).

(P.LONGUEUR ROUTE)

la longueur de la route.

(P.NBARR ROUTE)

le nombre d'arrêts sur la route

(P.NBVEH ORIGINE)

le nombre de véhicules inclus dans l'origine

(P.NOEUD NUMERO)

le noeud qui correspond au numéro mentionné.

(P.NOEUDS ROUTE)

la liste des noeuds sur la route (arrêts + origine).

(P.PRED NOEUD)

si le noeud est sur une route, retourne le prédécesseur immédiat de ce noeud.

(P.PREMIER ROUTE)

le premier arrêt visité sur la route.

(P.RATIO NOEUD1 NOEUD2 NOEUD3)

le ratio entre NOEUD1, NOEUD2 et NOEUD3.

(P.RETARD NOEUD1 ARRET NOEUD2 VEHICULE ROUTEFLG)

le retard qu'entraîne l'insertion de l'arrêt libre ARRET entre NOEUD1 et NOEUD2 (ces deux derniers noeuds se trouvant déjà sur la route desservie par le véhicule). Si ROUTEFLG est T, retourne le retard en bout de route, sinon c'est le retard local au niveau de NOEUD2 qui est considéré.

(P.ROUTE ARRET/VEHICULE)

la route sur laquelle se trouve l'arrêt; la route desservie par le véhicule.

(P.SATURATION.CAP VEHICULE [DEMANDE] [LAMBDAcap])

le degré de saturation de la capacité du véhicule, i.e. DEMANDE / CAPACITE. Les paramètres entre crochets sont des paramètres optionnels. Si la demande n'est pas fournie, la fonction utilise la demande recueillie par le véhicule. Si LAMBDAcap n'est pas fourni, la fonction utilise le paramètre de pondération fourni au sein de l'opérateur.

(P.SATURATION.DIST VEHICULE [DISTANCE] [LAMBDAdist])

le degré de saturation de la distance maximale autorisée pour le véhicule. Si la distance n'est pas fournie, la fonction utilise la distance parcourue par le véhicule. Si LAMBDAdist n'est pas fourni, la fonction utilise le paramètre de pondération fourni au sein de l'opérateur.

(P.SATURATION.TEMPS VEHICULE [TEMPS] [LAMBDAtemps])

le degré de saturation du temps maximal autorisé pour le véhicule. Si le temps de parcours n'est pas fourni, la fonction utilise le temps de parcours du véhicule. Si LAMBDAtemps n'est pas fourni, la fonction utilise le paramètre de pondération fourni au sein de l'opérateur

(P.SAVING NOEUD1 NOEUD2 ORIGINE)

le saving entre NOEUD1 et NOEUD2 par rapport à ORIGINE.

(P.SEEDS ROUTE)

le seed ayant permis d'initialiser la route (s'il y a plus d'un seed, retourne une liste).

(P.SUCC NOEUD)

si le noeud est sur une route, retourne le successeur immédiat de ce noeud.

(P.SUCC.ROUTE NOEUD)

si le noeud est sur une route, retourne la liste des successeurs de ce noeud.

(P.T.ARRIVEE ARRET)

le temps d'arrivée du véhicule à l'arrêt.

(P.T.ARRIVEE.PRED NOEUDpred ARRET VEHICULE)

le temps d'arrivée du véhicule à l'arrêt libre ARRET si on l'insère après NOEUDpred (ce dernier se trouvant déjà sur la route desservie par le véhicule).

(P.T.ATTENTE ARRET)

le temps d'attente du véhicule desservant l'arrêt.

(P.T.ATTENTE.PRED NOEUDpred ARRET VEHICULE)

le temps d'attente du véhicule à l'arrêt libre ARRET si on l'insère après NOEUDpred (ce dernier se trouvant déjà sur la route desservie par le véhicule).

(P.T.ATTENTETOT ROUTE)

le temps d'attente total du véhicule desservant la route (somme des temps d'attente aux arrêts).

(P.T.CHEMIN NOEUD1 NOEUD2 VEHICULE)

le temps nécessaire afin de parcourir la distance entre NOEUD1 et NOEUD2 avec le véhicule.

(P.T.DEM ARRET)

le temps nécessaire afin de recueillir la demande à l'arrêt.

(P.T.DEMTOT ROUTE)

le temps nécessaire afin de recueillir la demande pour tous les arrêts de la route.

(P.T.SEJOUR ARRET)

le temps de séjour du véhicule à l'arrêt (temps d'attente + temps pour recueillir la demande).

(P.T.SERVICE ARRET)

le temps de service du véhicule à l'arrêt.

(P.T.SERVICE.PRED NOEUDpred ARRET VEHICULE)

le temps de service du véhicule à l'arrêt libre ARRET, si ce dernier est inséré après NOEUDpred (qui se trouve déjà sur la route desservie par le véhicule).

(P.TMAX VEHICULE)

le temps maximal de parcours autorisé pour le véhicule.

(P.T0.ROUTE ROUTE)

le $temps_o$ sur la route (i.e. lorsque le véhicule part de l'origine)

(P.TN.ROUTE ROUTE)

le $temps_n$ sur la route (i.e. lorsque le véhicule revient à l'origine)

(P.TEMPS.ROUTE ROUTE)

le temps nécessaire afin de parcourir la route ($temps_n$ - $temps_o$).

(P.TMAX.FEN ARRET)

la borne supérieure de la fenêtre de temps à l'arrêt.

(P.TMIN.FEN ARRET)

la borne inférieure de la fenêtre de temps à l'arrêt.

(P.TOPT.FEN ARRET)

le temps optimal de service à l'arrêt.

(P.VEHICULE ARRET/ROUTE)

le véhicule desservant la route ou l'arrêt.

(P.VITESSE VEHICULE)

la vitesse du véhicule.

4- PREDICATS

(P.AJOUT? NOEUDpred/succ ARRET ORDRE)

est-il possible d'ajouter ARRET avant ou après NOEUDpred/succ (dépendant du paramètre ORDRE) et de respecter les contraintes? Le paramètre ORDRE peut prendre la valeur <I (avant) ou >I (après); si l'ordre n'est pas indiqué, la fonction prend la spécification fournie au sein de l'opérateur AJOUT.

(P.ARRET? NOEUD)

le noeud est-il un arrêt?

(P.DERNIER? ARRET)

si l'arrêt est sur une route, s'agit-il du dernier arrêt visité?

(P.FEN? ARRET [TEMPS] [LAMBDAfen1] [LAMBDAfen2])

le temps d'arrivée du véhicule à l'arrêt se trouve-t-il à l'intérieur de la fenêtre de temps?

(P.FUSION? ROUTE1 ROUTE2)

est-il possible de fusionner ROUTE1 et ROUTE2 de façon à assurer le respect des contraintes?

(P.LIBRE? ARRET)

l'arrêt est-il libre, i.e. non desservi par un véhicule?

(P.MEMBRE? OBJET ENSEMBLE)

l'objet est-il élément de l'ensemble?

(P.ORIGINE? NOEUD)

le noeud correspond-t-il à l'origine?

(P.PREMIER? ARRET)

si l'arrêt est sur une route, s'agit-il du premier arrêt visité?

(P.REALISABLE? ROUTE)

la route est-elle réalisable?

(P.VIDE? ENSEMBLE)

l'ensemble est-il vide?

5- OPERATEURS ENSEMBLISTES

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> COLLECT <ELEMENT> WHEN <PREDICAT>)

retourne le sous-ensemble des élements vérifiant le prédicat.

p.e. (FOR K IN EK COLLECT K WHEN (EQUAL (P.DEM K) 100))

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> MAXOBJ <FONCTION>)

retourne l'élément de l'ensemble pour lequel la valeur de la fonction est maximale.

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> MAXVAL <FONCTION>)

retourne la valeur maximale de la fonction dans l'ensemble.

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> MAXREGRET <FONCTION>)

retourne le regret si on ne retient pas la valeur maximale de la fonction dans l'ensemble.

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> MINOBJ <FONCTION>)

retourne l'élément de l'ensemble pour lequel la valeur de la fonction est minimale.

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> MINVAL <FONCTION>)

retourne la valeur minimale de la fonction dans l'ensemble.

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> MINREGRET <FONCTION>)

retourne le regret si on ne retient pas la valeur maximale de la fonction dans l'ensemble.

(FOR <ELEMENT> IN <ENSEMBLE> SUM <FONCTION>)

retourne la somme des valeurs de la fonction dans l'ensemble.

(RANDOBJ <ENSEMBLE>)

retourne un élément choisi aléatoirement dans l'ensemble.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Bodin L., Golden B., Assad A. & Ball M., "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews: The State of the Art", Computer and Operations Research, vol. 10, no. 2 (1983).

[2] Potvin J.Y., "Un Système Informatique pour le Développement et l'Expérimentation d'Algorithmes de Génération de Tournées", Publication no. 613, Département IRO, Université de Montréal (1987).

[3] Potvin J.Y., Lapalme G. & Rousseau J.M., "ALTO: A Computer System for the Development and Experimentation of Routing Algorithms", Publication no. 616, Département IRO, Université de Montréal (1987).

[4] Stefik M., Bobrow D., Mittal S. & Conway L., "Knowledge Programming in LOOPS", The AI Magazine, Fall 1983, pp. 3-13.

[5] Teitelman W. & Masinter L., "The Interlisp Programming Environment", Computer, April 1981, pp. 25-32.

[6] Xerox Corp., Interlisp Reference Manual (1986).

MANUEL D'UTILISATION DU SYSTEME ALTO

JEAN-YVES POTVIN
JEAN-FRANCOIS BERGERON

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE ET
DE RECHERCHE OPERATIONNELLE

UNIVERSITE DE MONTREAL
C.P. 6128, SUCC. "A"
MONTREAL, QUEBEC
H3C 3J7